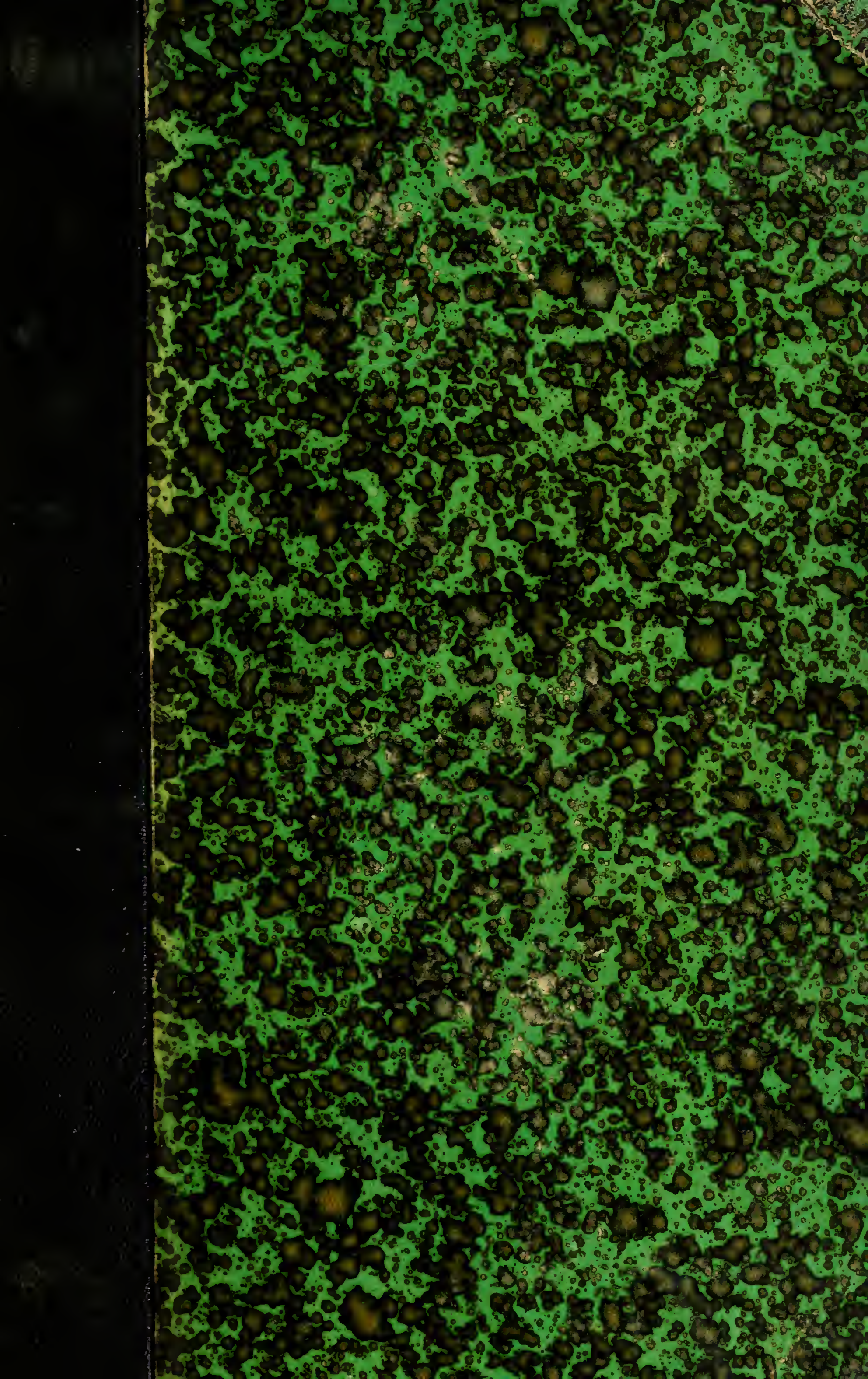
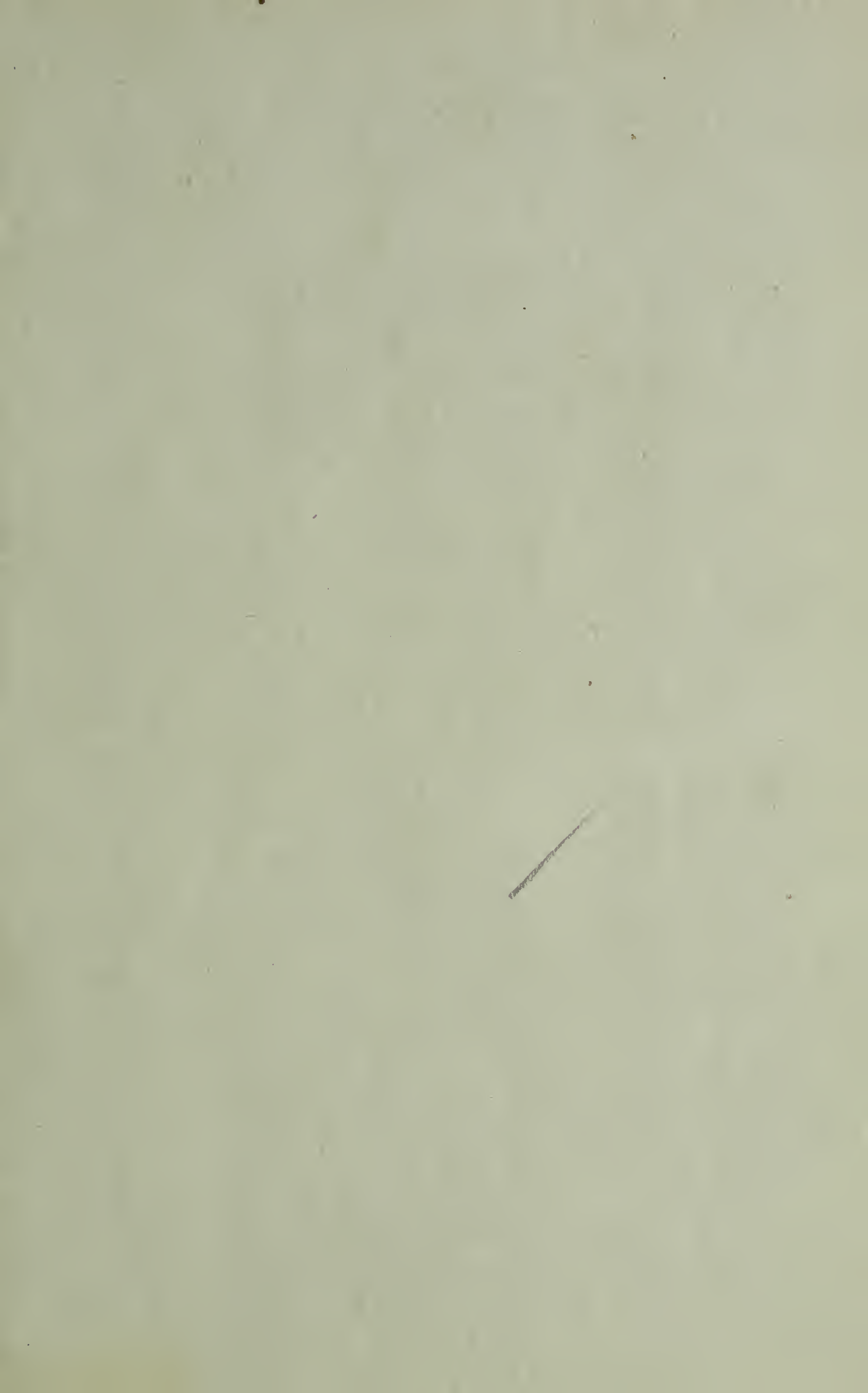








Journal
für
Landwirtschaft.

Im Auftrage der Landwirtschaftskammer für die Provinz Hannover

herausgegeben unter Beteiligung der landwirtschaftlichen

Institute, Laboratorien und Versuchsanstalten deutscher Hochschulen.



Unter Mitwirkung von

Dr. J. Esser,
Geh. Med.-Rat, Professor,
Direktor des
Tierarznei-Instituts

Dr. P. Ehrenberg,
Professor,
Direktor des agrikultur-
chemischen Instituts

Dr. W. Fleischmann,
Geh. Reg.-Rat, Professor,
Direktor des Laboratoriums für Chemie
und Bakteriologie der Milch

Dr. H. Henseler,
Professor,
Leiter der Abteilung für
Tierzucht

Dr. A. Koch,
Professor,
Direktor des landwirtschaftlich-
bakteriologischen Instituts

Dr. F. Lehmann,
Geh. Reg.-Rat, Professor,
Direktor der landwirtschaftlichen
Versuchsstation

herausgegeben von

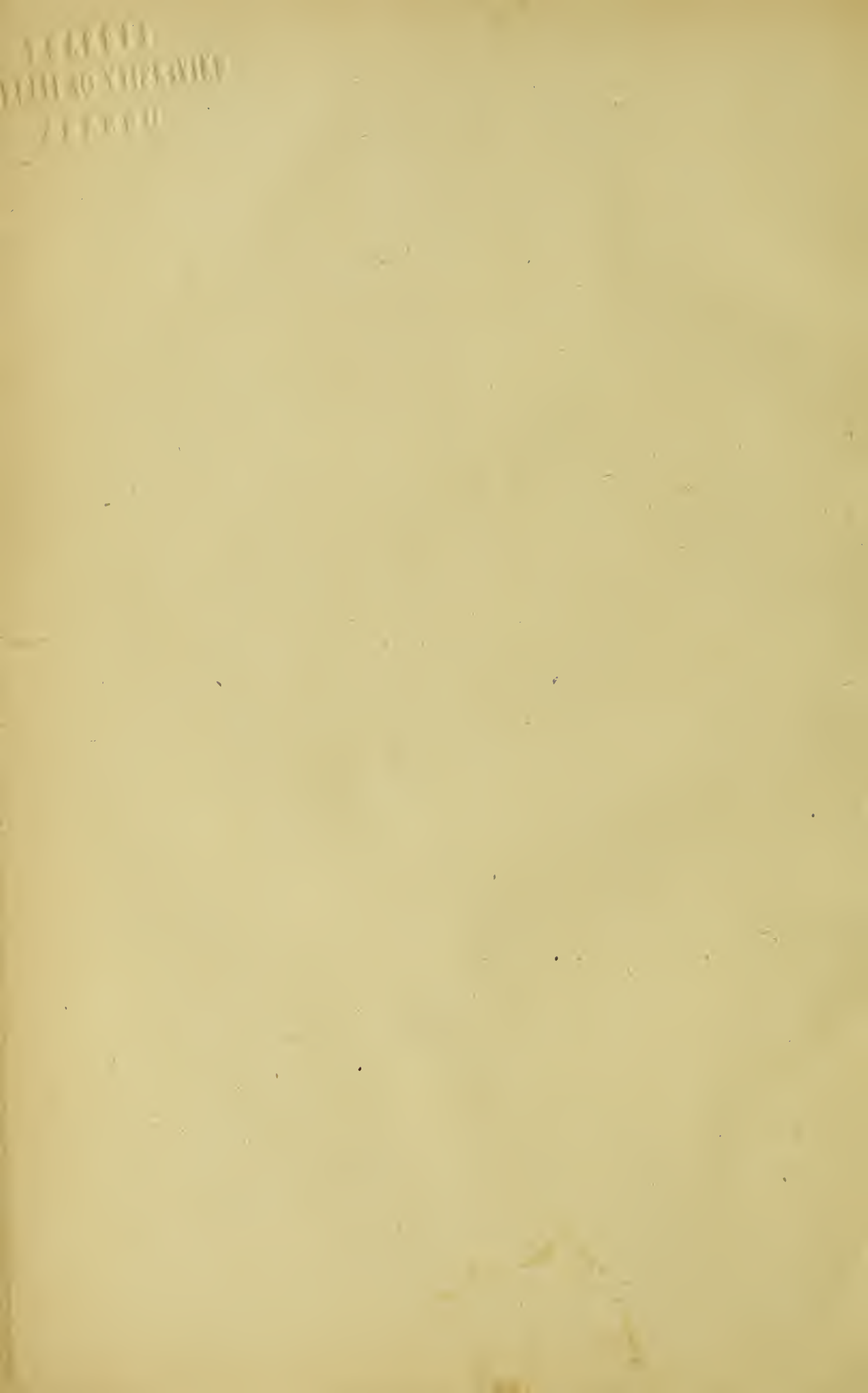
Dr. C. von Seelhorst,
Geh. Regierungsrat, Professor,
Direktor des landw. Instituts und des landw. Versuchsfeldes
zu Göttingen.

Siebenundsechzigster Jahrgang.

Mit 15 Textabbildungen.

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW. 11, Hedemannstraße 10 u. 11
1919.

Inhalt.





Der Gehalt der Haferpflanzen an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali unter verschiedenen Bedingungen und seine Beziehungen zu der durch eine Nährstoffzufuhr bedingten Ertragserhöhung.

Unter Mitwirkung von Frl. H. Friske und Frl. Ch. Pfotenhauer

von

TH. PFEIFFER, W. SIMMERMACHER und A. RIPPEL.

(Mit 6 Textabbildungen.)

Der Versuch, den Nährstoffgehalt der Pflanzen als Maßstab für das Düngerbedürfnis des Bodens heranzuziehen, ist in verschiedener Form schon sehr häufig gemacht worden. Es braucht nur an die Arbeiten von Heinrich, Atterberg, Helmkampf, Liebscher, v. Seelhorst, um einige der bekanntesten zu nennen, erinnert zu werden. Weitgehende Hoffnungen, die man an die betreffenden mühsamen Untersuchungen geknüpft hat, sind leider nicht in Erfüllung gegangen, denn die Pflanzenanalyse in ihrer verschiedenen Gestaltung hat wohl gewisse Anhaltspunkte über den Nährstoffgehalt des benutzten Bodens zu liefern vermocht, ohne jedoch zu allgemeingültigen Regeln zu führen. Nicht viel anders stellt sich die Sachlage hinsichtlich der von P. Wagner [1]) zunächst für die Düngung der Wiesen, dann aber auch für diejenige der Feldgewächse aus den Gehaltsziffern der Ernteprodukte abgeleiteten Schlussfolgerungen. Die Erfolge sind zweifelhaft geblieben [2]) und Wagner selbst warnt vor einer Überschätzung der aufgestellten Grenzwerte.

---

[1]) Arbeiten der D. L.-G., Heft 162, 1909. — Anwendung künstlicher Düngemittel, 6. Aufl., 1917, S. 22 und 141.

[2]) Vgl. Th. Remy, Mitteilungen der D. L.-G. 1911, S. 615. — M. Hoffmann, daselbst 1913, S. 650 und 1917, S. 679. — E. Haselhoff, Fühlings landw. Zeitung Bd. 67, 1918, S. 193.

Wir haben uns durch diese Misserfolge nicht abschrecken lassen, im Anschluss an frühere Untersuchungen [1]) den Versuch zu machen, die Beziehungen des Gehaltes der als Beispiel gewählten Haferpflanze zu der durch eine Nährstoffzufuhr erreichbaren Ertragserhöhung auf neuen Grundlagen klarzustellen. Man konnte hoffen, auf diesem Wege zu einem abschliessenden Urteile über die allgemeine Anwendbarkeit der Pflanzenanalyse für die Lösung der gekennzeichneten Frage zu gelangen. Der gestellten Aufgabe haben grössere Versuchsreihen in den Jahren 1915/18 gedient, über deren Ergebnisse nachstehend berichtet werden soll.

I. Versuchsanordnung und unmittelbare Ergebnisse.

Steigende Gaben eines im Minimum vorhandenen Nährstoffs verursachen eine allmählich abnehmende Ertragsvermehrung, und diese Verhältnisse können, wie MITSCHERLICH zuerst gezeigt hat, in einer logarithmischen Gleichung ihren Ausdruck finden. Der als Maßstab für die Wirkung der Nährstoffzulage dienende Proportionalitätsfaktor (Wirkungsfaktor) — die Konstante c in der Gleichung $\log(A - y) = k - c.x$ — dürfte auch für den gleichen Nährstoff unter verschiedenen Bedingungen eine wechselnde Höhe erreichen, er kann z. B. bei einer Beschränkung der Wassergabe anders ausfallen als bei einer möglichst günstigen Gestaltung des Wassergehaltes im Boden. Da ferner eine Ertragssteigerung unter den angegebenen Verhältnissen mit einer Erhöhung des prozentischen Gehaltes der Pflanzensubstanz an dem betreffenden Nährstoff Hand in Hand zu gehen pflegt und dies auch tun muss, solange die Ausnutzung des Nährstoffs keine Einschränkung erfährt, so entsteht die Frage, ob dieser Zusammenhang zwischen Ertragssteigerung und Nährstoffgehalt einer bestimmten Gesetzmässigkeit unterliegt, der eine allgemeingültige Fassung gegeben werden kann. Hierbei ist besonders zu betonen, dass die gestellte Frage wieder auf die verschiedenen Bedingungen der Wasserversorgung usw. bezogen werden muss, da man im

---

[1]) PFEIFFER, BLANCK und FLÜGEL, Wasser und Licht als Vegetationsfaktoren usw. Landw. Versuchs-Stationen Bd. 76, 1912, S. 169. — PFEIFFER, BLANCK und FRISKE, Der Einfluss verschiedener Vegetationsfaktoren usw. Das. Bd. 82, 1913, S. 237. PFEIFFER, BLANCK, SIMMERMACHER und RATHMANN, Pflanzenanalyse und Bodenanalyse usw. Das. Bd. 86, 1915, S. 339.

Ackerboden auf dem freien Felde natürlich ebenfalls mit derartig wechselnden Verhältnissen zu rechnen hat. Das Ziel, das uns vorgeschwebt hat, möge nach dem Gesagten noch durch ein spezielles Beispiel erläutert werden. Es sollen Kurven über die Ertragshöhe von Pflanzen bei wechselnder Stickstoffzufuhr, einerseits bei reichlicher, andererseits bei mässiger Wassergabe, vorliegen. Der gleiche prozentische Stickstoffgehalt der Pflanzensubstanz wird sich dann im ersten Falle bei einem höher liegenden Ertrage als im zweiten ergeben und deshalb vermag diese Zahl direkt keinen sicheren Anhaltspunkt in fraglicher Richtung zu bieten. Die Möglichkeit besteht nun aber, dass die durch eine weitere Stickstoffzufuhr erreichbare Ertragssteigerung in beiden Fällen einhellig durch eine bestimmte Gesetzmässigkeit zum Ausdruck gebracht werden könnte, und dass demnach zwei Ackerstücke, die unter dem Einflusse verschieden günstiger Niederschlagsverhältnisse ebenfalls verschieden hohe Erträge mit dem gleichen Stickstoffgehalte liefern, hinsichtlich ihres Stickstoffbedürfnisses richtig eingeschätzt zu werden vermöchten.

Es galt also zunächst, Ertragskurven für steigende Gaben der drei Hauptnährstoffe durch Festlegung möglichst zahlreicher Punkte sowie unter wechselnden sonstigen Bedingungen aufzustellen und den prozentischen Gehalt des geernteten Pflanzenmaterials an dem zu prüfenden Nährstoff zu ermitteln. Hierüber handeln die beiden ersten Kapitel der vorliegenden Veröffentlichung. Die weitere Verarbeitung des gewonnenen Zahlenmaterials wird dann in einem dritten Abschnitt besprochen werden.

a) Stickstoff-Versuche.

Als Bodenmaterial diente in sämtlichen Versuchsreihen, auch denjenigen mit Phosphorsäure und Kali, reiner[1]) Glassand, von dem unsere Zinkgefässe mit je 16 kg (15.8 kg Trockensubstanz) beschickt wurden. Die Grunddüngung bestand aus:

8.3 g K_2SO_4,	0.5 g NaCl,
6.5 „ $CaHPO_4$,	2.0 „ $MgSO_4 . 7 H_2O$,
3.0 „ $CaCO_3$,	0.1 „ $FeSO_4$, durch H_2O_2 oxydiert.

---

[1]) Der in den ersten Versuchsjahren benutzte Sand enthielt nur 0.054 % beim Kochen mit konzentrierter HCl lösliche Bestandteile.

Zur Sicherung der Nitrifikation des als Stickstoffquelle dienenden NH_4NO_3 wurden noch 25 ccm eines durch Aufschlämmen von 3 kg Lehmboden in 10 l Wasser hergestellten Bodenaufgusses pro Gefäss verabfolgt. Die genannte Differenzdüngung wurde auf 4 Gefässen fortgelassen und gelangte im übrigen in 10 Staffeln, von 0.2—4.0 g N steigend, bei je 4 Gefässen zur Anwendung; sie wurde bis zur Höhe von 0.8 g mit der Grunddüngung gegeben, während die fehlenden Mengen als Kopfdüngung in entsprechenden Gaben am 10., 17., 26. Mai und am 1., 9. und 14. Juni ihrer Bestimmung zugeführt wurden. Sonstige Unterschiede wurden in drei, nach vorstehendem Plane gleichmässig mit Nährstoffen versehenen Reihen dadurch hergestellt, dass bei der ersten eine „volle Wassergabe" (1650 g), bei der zweiten eine „mässige Wassergabe" (anfangs 1350, später 1250 bzw. 1150 g) und bei der dritten die gleiche „mässige Wassergabe und Lichtentzug" zur Anwendung gelangten. Der Lichtentzug wurde durch dauernde Unterbringung der betreffenden Wagen in der mit Drahtnetz überspannten Vorhalle des Vegetationshauses bewirkt,[1]) während die übrigen bei günstiger Witterung dauernd im Freien standen. Der Wasserzusatz, selbstverständlich unter Verwendung von destilliertem Wasser, geschah durch tägliches Wiegen der Gefässe am Vormittag und ausserdem, je nach dem Stande der Vegetation und den Witterungsverhältnissen, durch schätzungsweise bemessene Wassergaben gegen Abend; das Gewicht der Pflanzenmasse fand ebenfalls eine schätzungsweise Berücksichtigung, so dass die verfügbaren Wassermengen möglichst dauernd auf der angegebenen Höhe gehalten wurden.

Die Aussaat von je 48 Körnern Ligowo-Hafer in 24 Pflanzlöchern erfolgte am 9. April, das Auflaufen am 17. April, und die recht gleichmässig stehenden Pflanzen wurden 2 Tage später auf je 24 verzogen.

Das Wachstum der Pflanzen liess zunächst keinen wesentlichen Unterschied erkennen. Am 28. April machte sich der Einfluss des Lichtentzuges durch Streckung der Pflanzen — Höhenunterschied etwa 2 cm — bemerkbar, während die verschieden bemessenen Wassergaben noch ohne Einfluss geblieben waren; infolgedessen wurde, wie bereits erwähnt, die Wasser-

---

[1]) Vgl. hierzu Landw. Versuchs-Stationen Bd. 86, 1915, S. 45.

menge in der zweiten und dritten Reihe um 100 g und am 10. Mai um weitere 100 g vermindert. Die Wirkung der Stickstoffdüngung machte sich nach und nach in bekannter Richtung bemerkbar und äusserte sich schliesslich auch in der charakteristischen Verfärbung der Blätter und Stengel bei Stickstoffmangel und hier namentlich bei den Pflanzen der zweiten und dritten Reihe. Die Rispenbildung trat bei mässiger Wassergabe in beiden Fällen am 11. Juni, bei voller Wassergabe 2 Tage später ein. Die anfangs zugunsten der mässigen Wassergabe sprechenden Höhenunterschiede der Pflanzen glichen sich allmählich aus, um schliesslich ins Gegenteil umzuschlagen. Die Wirkung des Lichtentzuges blieb in der angegebenen Weise dauernd bestehen. Wir haben bei der Ernte die Höhe der Pflanzen gemessen und folgende Durchschnittszahlen gefunden:

Düngung N	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.8	2.1—4.0 g
Volle Wassergabe	35	63	85	101	106	125	126 cm.
Mässige Wassergabe	31	59	78	95	100	110	110 „
„ „ und Lichtentzug	34	70	90	104	111	116	116 „

Eine photographische Aufnahme von 11 Gefässen, je einem mit steigender N-Düngung der ersten Reihe, die so aufgestellt waren, dass die Zwischenräume den Stickstoffzulagen entsprachen, lässt, nebenbei bemerkt, den regelmässigen Verlauf der Ertragskurve auch betreffs der Höhe der Pflanzen deutlich erkennen, doch soll von der Wiedergabe der Abbildung, da sie ziemlich viel Raum beanspruchen würde, Abstand genommen werden.

Eine ganz allgemein gültige, die Versuchsanstellung betreffende Bemerkung, sei an dieser Stelle eingeschaltet. Wir suchen die Wirkung der Beschattung der kräftiger entwickelten Pflanzen dadurch möglichst auszuschalten, dass wir auf unseren genau von Süden nach Norden laufenden Wagen die Gefässe mit der niedrigsten Pflanzenentwicklung am südlichsten Ende der Reihe aufstellen und die übrigen in entsprechender Weise folgen lassen. Der eine von uns hat die hiergegen geltend gemachten Bedenken einer Besprechung unterzogen,[1] worauf verwiesen sei. Ein vereinzelter Ausnahmefall, in dem von obiger Regel abgewichen worden ist, wird noch näher erörtert werden.

---

[1]) Pfeiffer, Der Vegetationsversuch, S. 168.

G. Liebscher hat bei seinen Versuchen, das Düngerbedürfnis des Bodens aus der Zusammensetzung der Pflanzen abzuleiten, stets Frühernten benutzt, und zwar entweder bei beginnender Blüte[1]) oder bei beginnender Milchreife.[2]) Es werden hierfür die folgenden Gründe angeführt. Die Nährstoffaufnahme ist im wesentlichen beendigt; Blattverluste sind noch nicht zu befürchten; eine Vereinfachung der Ernte und Untersuchung bei Vermeidung einer Trennung von Korn und Stroh liegt im praktischen Interesse. A. Atterberg[3]) weist ferner darauf hin, dass während der Reifestadien eine Verminderung des Kaligehaltes durch Auswanderung eintritt. Diesen Erwägungen folgend, haben wir ebenfalls die Ernte bei beginnender Milchreife vorgenommen, müssen aber offen bekennen, dass wir schon im zweiten Jahre zur getrennten Gewinnung der reifen Körner und des Strohs übergegangen wären, falls dann nicht der Vergleich zwischen den bei den einzelnen Nährstoffen gewonnenen Ergebnissen eine Störung erlitten hätte. Die Phosphorsäure-Versuche hätten sonst z. B. nebenbei auch noch wertvolles Material zur Entscheidung der Frage über die Wirkung des genannten Nährstoffs in steigenden Gaben speziell auf die Körnerausbildung zu liefern vermocht, während andererseits das Stroh allein für die Beurteilung des Düngerbedürfnisses eines Bodens eine grössere Bedeutung zu besitzen scheint.

Da die verschieden kräftig ernährten Pflanzen das Stadium der beginnenden Milchreife selbstverständlich nicht am gleichen Tage erreichen, so musste die Ernte zu verschiedenen Zeiten vorgenommen werden, was insofern einer gewissen Rechtfertigung bedarf, als dadurch scheinbar eine neue Variable in die Versuche eingeführt wurde. Es wurde aber bereits bei einer früheren Gelegenheit darauf hingewiesen,[4]) dass dies nicht der Fall ist, sofern der zu prüfende Nährstoff im engsten Zusammenhang mit der Zeit seine Wirkung entfaltet, wenn z. B. der Stickstoff den Reifungsprozess verzögert. Soll ferner die Pflanzenanalyse auf die Praxis übertragen werden, so liegt es auf der Hand, dass ausschliesslich ein mög-

[1]) Vgl. A. Helmkampf, Journal für Landwirtschaft Bd. 40, 1892, S. 137.
[2]) Vgl. C. v. Seelhorst, Journal für Landwirtschaft Bd. 46, 1898, S. 370.
[3]) Journal für Landwirtschaft Bd. 49, 1901, S. 169.
[4]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 86, 1915, S. 61.

lichst genau bestimmtes Vegetationsstadium den Ausgangspunkt bilden kann, und wir vermochten uns daher auch von diesem Gesichtspunkte aus nicht anders zu entscheiden als es geschehen ist.

Die Ernte wurde im vorliegenden Falle vorgenommen:

am	12.	Juli	bei	den	Gefässen	101—120,	145—168,	189—212;
„	15.	„	„	„	„	121—132,	169—176,	213—220;
„	17.	„	„	„	„	133—136,	177—180,	221—224;
„	19.	„	„	„	„	137—140,	181—184,	225—228;
„	22.	„	„	„	„	141—144,	185—188,	229—232.

Wir beschränken uns bei der Wiedergabe der Erträge an oberirdischer Trockensubstanz in nachstehender Tabelle 1 auf die Mittelwerte und deren wahrscheinliche Schwankungen, da hierdurch die Abweichungen der Parallelgefässe genügend gekennzeichnet werden und fügen die Ergebnisse der in Durchschnittsproben der zusammengehörigen Gefässe ausgeführten Stickstoffbestimmungen, sowie die berechneten Ausnutzungskoeffizienten hinzu.

(Siehe die Tabelle 1 auf S. 8.)

Die Ergebnisse der Parallelgefässe stimmen im allgemeinen recht gut untereinander überein, denn die wahrscheinlichen Schwankungen erreichen häufig noch nicht 1 % der Trockensubstanz, liegen meist zwischen 1 und 2 % und überschreiten diese Grenze nur in wenigen Fällen bis zur Höhe von 3 %. Eine Ausschaltung einzelner Gefässe hätte vielleicht in Frage kommen können, da einerseits hier und da, weil die Anwendung der Samenbeize leider versäumt worden war, etwas Flugbrand sich eingestellt hatte, der aber nach Ausweis der Vergleichsversuche keine Schädigung der Pflanzenproduktion verursacht hatte, da andererseits die Stickstoffdüngung bei Nr. 136 versehentlich etwas verspätet gegeben worden war. Der Ertrag bei Nr. 229/232 ist auffallend hoch ausgefallen, was seinen Grund in der unzweckmässigen Aufstellung auf einen freistehenden kleinen Wagen, der Licht und Luft unverhältnismässig viel Zutritt gewährte, hat. Wir werden hierauf im zweiten Abschnitt zurückzukommen haben.

Die Prozentzahlen für den Stickstoffgehalt der Trockensubstanz steigen, wie zu erwarten war, im allgemeinen mit der Höhe der Zufuhr dieses Nährstoffs. Der etwas grössere Gehalt

Tabelle 1.

Nummer der Gefässe	Differenzdüngung N	Oberirdische Trockensubstanz		Stickstoffgehalt		Mehrertrag N	Ausnutzungskoeffizient N
	g	g	± g	%	g	g	%
A. Volle Wassergabe.							
101/104	—	7.5	0.82	0.6116	0.0459	—	—
105/108	0.2	32.8	1.07	0.5096	0.1671	0.1212	60.6
109/112	0.4	56.1	0.96	0.5572	0.3126	0.2667	66.7
113/116	0.6	89.8	1.23	0.5210	0.4679	0.4220	70.3
117/120	0.8	109.7	1.50	0.5889	0.6460	0.6001	75.0
121/124	1.8	181.4	0.93	0.8720	1.5818	1.5359	85.3
125/128	2.1	189.5	1.09	0.9094	1.7233	1.6774	79.9
129/132	2.4	197.4	1.77	0.9966	1.9673	1.9214	80.1
133/136	2.7	199.9	2.22	1.0351	2.0692	2.0233	74.9
137/140	3.0	209.0	1.59	1.1472	2.3976	2.3517	78.4
141/144	4.0	226.1	1.21	1.3817	3.1240	3.0781	77.0
B. Mässige Wassergabe.							
145/148	—	6.8	0.47	0.5402	0.0367	—	—
149/152	0.2	32.7	0.60	0.5176	0.1693	0.1326	66.3
153/156	0.4	55.8	1.77	0.5323	0.2970	0.2603	65.1
157/160	0.6	82.0	1.44	0.6002	0.4922	0.4555	75.9
161/164	0.8	104.0	0.85	0.6319	0.6572	0.6205	77.6
165/168	1.8	159.6	1.50	0.9139	1.4586	1.4219	79.0
169/172	2.1	169.4	1.43	1.0193	1.7175	1.6808	80.0
173/176	2.4	173.7	2.33	1.1234	1.9513	1.9146	79.8
177/180	2.7	177.1	1.33	1.2118	2.1461	2.1094	78.1
181/184	3.0	182.5	1.21	1.4179	2.5877	2.5510	85.0
185/188	4.0	184.0	1.82	1.7078	3.1423	3.1056	77.6
C. Mässige Wassergabe und Lichtentzug.							
189/192	—	6.6	0.24	0.5289	0.0349	—	—
193/196	0.2	30.6	0.76	0.5130	0.1570	0.1221	61.1
197/200	0.4	54.0	0.96	0.5515	0.2978	0.2629	65.7
201/204	0.6	82.8	0.96	0.6195	0.5129	0.4780	79.7
205/208	0.8	98.9	1.32	0.6738	0.6664	0.6315	78.9
209/212	1.8	151.6	1.39	0.9887	1.4989	1.4640	81.3
213/216	2.1	150.4	1.28	1.1982	1.8021	1.7672	84.2
217/220	2.4	156.8	1.91	1.2775	2.0031	1.9682	82.1
221/224	2.7	156.1	4.23	1.3364	2.0861	2.0512	76.0
225/228	3.0	166.4	1.97	1.5255	2.5384	2.5035	83.4
229/232	4.0	189.6	4.50	1.7157	3.2529	3.2180	80.4

der Hungerpflanzen auf den ohne N belassenen Gefässen im Vergleich zur niedrigsten Gabe ist eine oft beobachtete Erscheinung, die mit der das oberirdische Wachstum beeinträchtigenden Wurzelentwicklung im Zusammenhang stehen dürfte. Sonst ist nur eine Ausnahme von der Regel zu verzeichnen. Die mässige Wassergabe hat fast durchweg etwas stickstoffreichere Pflanzen geliefert, und bei hinzutretendem Lichtentzuge hat sich dieser Unterschied, wieder mit nur 2 Ausnahmen, noch etwas verstärkt, wofür es keiner besonderen Erklärung bedarf.

Die Ausnutzungskoeffizienten des Stickstoffs erreichen eine normale Höhe, verändern sich mit einer gewissen Regelmässigkeit von den ersten Gaben nach den mittleren und weisen in den 3 Versuchsreihen bei einer gruppenweisen Zusammenfassung keine nennenswerten Unterschiede auf, wie nachstehende Zusammenstellung lehrt:

	Durchschnittliche	Ausnutzungskoeffizienten	
Versuchsreihe	A	B	C
Gabe 1—4	68.1	71.2	71.3
„ 5—7	81.8	79.6	82.5
„ 8—10	76.8	80.2	79.9

Wasser- und Lichtentzug sind also in dieser Beziehung so gut wie wirkungslos geblieben.

b) Phosphorsäure-Versuche.

Die Gefässe wurden mit der gleichen Sandmenge wie im Vorjahre beschickt und erhielten als Grunddüngung:

4.0 g NH_4NO_3, 0.5 g NaCl,
8.3 „ K_2SO_4, 2.0 „ $MgSO_4 . 7 H_2O$,
3.0 „ $CaCO_3$, 0.1 „ $FeSO_4$ mit H_2O_2 oxydiert.
25 ccm Bodenaufguss.

Ausserdem wurden am 29. Mai, 3., 14. und 29. Juni je 0.6 bzw. zuletzt 0.5 g N in Form von $NaNO_3$ als Kopfdüngung verabfolgt, wobei jedoch die 6 ersten Gruppen einer jeden Reihe zur Vermeidung einer Überdüngung am 29. Mai übersprungen wurden. Die Differenzdüngung bestand aus 10 verschiedenen, von 0.05—3.5 g P_2O_5 steigenden, Gaben $CaHPO_4$. In den drei Versuchsreihen wurden die erforderlichen Unterschiede wieder durch Gewährung der „vollen Wassergabe“ bzw. der „mässigen Wassergabe bei Lichtentzug“ sowie in

abgeänderter Weise durch „volle Wassergabe unter Zusatz von Al$(OH)_3$ + CaCO_3“ hergestellt. Diese Massnahme sollte zeigen, wie sich die Trockensubstanzproduktion bzw. deren Gehalt an P_2O_5 bei einer teilweisen Festlegung der Differenzdüngung durch die erwähnten Zusätze, die in Mengen von 10 g reinem Al$(OH)_3$ und 100 g CaCO_3 pro Gefäss zur Anwendung gelangten, gestalten. Es wurden mit anderen Worten die Verhältnisse im natürlichen Ackerboden bis zu einem gewissen Grade nachzuahmen versucht.

Die Höhe der Wassergaben, sowie die Art der Wasserzufuhr erlitten im Vergleich zum Vorjahre keine Änderung.

Das Auflaufen der am 6. April in je 24 Pflanzlöchern ausgelegten 48 Körner Ligowo-Hafer, der vorher der Warmwasserbeize unterworfen worden war, erfolgte am 13. April und das Vereinzeln auf je 24 Pflanzen am 28. April. An diesem Tage zeigten die mit den höchsten P_2O_5-Gaben versehenen Pflanzen, Nr. 117/124 und 200/212 helle Blattspitzen, eine Erscheinung, die unter dem Einflusse des Zusatzes von Al$(OH)_3$ und CaCO_3 ausblieb. Das schon im Vorjahre durch den Lichtentzug bedingte stärkere Längenwachstum der Pflanzen machte sich vom 3. Mai an bemerkbar. Bei aussergewöhnlich günstiger Witterung, grosser Wärme, setzte dann besonders kräftiges Wachstum ein, wobei sich die Pflanzen der dritten Reihe (Nr. 125/168) von den übrigen durch eine dunkelgrüne Blattfärbung deutlich unterschieden. In den frühmorgens an den Blattspitzen haftenden Wassertröpfchen konnte am 9. Mai bei Nr. 113/124 P_2O_5 nachgewiesen werden, und saure Reaktion, Lackmuspapier gegenüber, ergaben in starkem Maße Nr. 101/124, schwächer Nr. 189/212 bzw. 161/168; die Höhe der P_2O_5- bzw. Wasser-Gaben und der Einfluss fraglicher Zusätze prägt sich hierin aus. Von dem obengenannten Zeitpunkt an blieben die Pflanzen auf den Gefässen 125/152 (Zusatz) zurück. Die bekannte Rotfärbung der Blätter bei Phosphorsäuremangel war Mitte Mai auf den ohne P_2O_5 belassenen Gefässen mit grosser Schärfe wahrnehmbar. Die gleiche Höhe von etwa 60 cm hatten am 7. Juni die Pflanzen auf Nr. 97/100 (0.3 g P_2O_5, volle Wassergabe), Nr. 181/184 (0.2 g P_2O_5, mässige Wassergabe, Lichtentzug) und Nr. 149/152 (0.6 g P_2O_5, volle Wassergabe und Zusatz) erreicht. Die Rispen zeigten sich Mitte Juni bei Nr. 169/172, mit steigender P_2O_5-Düngung

und bei höherer Wassergabe etwas später; ganz ähnlich verhielt es sich mit der am 27. Juni beginnenden Blüte. Der durch eine rotbraune, später gelbbraune Verfärbung der Blätter angedeutete Phosphorsäuremangel war in den beiden ersten Reihen bis zur Gabe von 1.2 g bemerkbar, während die gleiche Erscheinung unter dem Einflusse der Beigabe von $Al(OH)_3$ und $CaCO_3$ noch bei 2.0 g P_2O_5 erkennbar war. Die Ernte fand im gleichen Zustand der Milchreife an folgenden Tagen statt:

11. Juli . .	Nr. 81—96,	Nr. 169—184,	Nr. 125—148;
12. „ . .	„ 97—104,	„ 185—192,	„ 149—152;
13. „ . .	„ 105—112,	„ 193—200,	„ 153—160;
17. „ . .	„ 113—116,	„ 201—204,	„ 161—164;
18. „ . .	„ 117—120,	„ 205—208,	„ 165—168;
19. „ . .	„ 121—124,	„ 209—212.	

Tabelle 2 bringt eine Übersicht über die Ernte- und Analysenergebnisse in der beim Stickstoff geübten Weise.

(Siehe die Tabelle 2 auf S. 12.)

Die durch die wahrscheinlichen Schwankungen gekennzeichneten Abweichungen der Parallelgefässe bewegen sich ungefähr innerhalb der Grenzen der vorjährigen Versuche und überschreiten diese nur in einem Falle (Nr. 165/168), in welchem jedoch wiederum keine Ausschaltung vorgenommen werden konnte, weil die Einzelergebnisse — 197.4, 215.2, 232.4, 240.4 g — ziemlich regelmässig steigen und kein Grund für die besonders niedrige Zahl ausfindig gemacht zu werden vermochte.

Der Prozentgehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure bewegt sich fast immer in der erwarteten Richtung; der einzige Ausnahmefall besteht zwischen Nr. 133/136 und 137/140, wofür die besonderen Verhältnisse verantwortlich zu machen sein dürften, die, wie wir gleich sehen werden, hinsichtlich der Ausnutzung der „festgelegten" Phosphorsäure herrschen. Die Hungerpflanzen auf den Gefässen 81/84 und 169/172 waren auch im vorliegenden Falle etwas reicher an dem fehlenden Nährstoff als die folgenden mit der niedrigsten P_2O_5-Gabe.

Betreffs der Ausnutzungskoeffizienten sei zunächst erwähnt, dass diese sich, soweit ein Vergleich überhaupt möglich ist, fast vollständig mit den in einer früheren Arbeit[1]) ver-

[1]) Pfeiffer und Simmermacher, Vergleichende Versuche über die Ausnutzung der Phosphorsäure und des Stickstoffs. Landw. Versuchs-Stationen Bd. 88, 1916, S. 453.

Tabelle 2.

Nummer der Gefässe	Differenzdüngung P_2O_5 g	Oberirdische Trockensubstanz g	± g	Phosphorsäuregehalt %	g	Mehrertrag P_2O_5 g	Ausnutzungskoeffizient P_2O_5 %
		A. Hohe Wassergabe.					
81/84	—	13.7	0.16	0.1225	0.0168	—	—
85/88	0.05	35.7	0.71	0.1082	0.0554	0.0386	77.2
89/92	0.1	60.9	0.71	0.1262	0.0769	0.0601	60.1
93/96	0.2	116.6	1.98	0.1382	0.1611	0.1443	70.2
97/100	0.3	150.4	1.23	0.1526	0.2295	0.2127	70.9
101/104	0.45	168.8	2.13	0.1949	0.3290	0.3122	69.4
105/108	0.6	189.0	1.34	0.2269	0.4288	0.4120	68.6
109/112	0.8	198.7	2.26	0.2860	0.5683	0.5515	68.9
113/116	1.2	203.1	4.66	0.3645	0.7403	0.7235	60.3
117/120	2.0	215.7	1.57	0.5477	1.1814	1.1646	58.2
121/124	3.5	215.2	1.90	0.7958	1.7126	1.6958	48.5
		B. Mässige Wassergabe und Lichtentzug.					
169/172	—	16.0	0.66	0.1394	0.0223	—	—
173/176	0.05	38.8	0.79	0.1312	0.0509	0.0286	57.2
177/180	0.1	55.7	1.46	0.1465	0.0816	0.0593	59.3
181/184	0.2	96.3	0.78	0.1595	0.1536	0.1313	65.7
185/188	0.3	112.5	2.42	0.2155	0.2424	0.2201	73.4
189/192	0.45	126.3	0.87	0.2567	0.3242	0.3019	67.1
193/196	0.6	136.5	1.24	0.2880	0.3931	0.3708	61.8
197/200	0.8	135.7	4.12	0.3717	0.5044	0.4821	60.3
201/204	1.2	140.8	3.18	0.4881	0.6872	0.6649	55.4
205/208	2.0	144.5	2.75	0.7235	1.0455	1.0232	51.2
209/212	3.5	143.4	1.49	0.7676	1.1007	1.0784	30.8
		C. Volle Wassergabe + $Al(OH)_3$ und $CaCO_3$.					
125/128	—	6.6	0.59	0.1102	0.0073	—	—
129/132	0.05	8.3	0 38	0.1165	0.0097	0.0024	4.8
133/136	0.1	15.7	1.20	0.1266	0.0199	0.0126	12.6
137/140	0.2	46.6	0.66	0.1248	0.0582	0.0509	25.4
141/144	0.3	81.1	1.18	0.1345	0.1091	0.1018	33.9
145/148	0 45	120.1	2.45	0.1838	0.2207	0.2134	47.4
149/152	0.6	154.4	1.88	0.1926	0.2974	0.2901	48.3
153/156	0.8	184.3	3.32	0.2024	0.3730	0.3657	45.7
157/160	1.2	189.6	2.42	0.2905	0.5508	0.5435	45.3
161/164	2.0	208.6	3.60	0.3696	0.7710	0.7637	38.2
165/168	3.5	221.4	7.34	0.4928	1.0911	1.0838	31.0

öffentlichten Zahlen decken. Bodenmaterial, Art der Phosphorsäuredüngung und Wassergabe waren in beiden Fällen die gleichen und nur die Stickstoffmenge in der Grunddüngung ist eine verschiedene gewesen.

Diese Ergebnisse lauten wie folgt:

	1915		1916	
P_2O_5-Gabe	Trockensubstanz	P_2O_5-Ausnutzung	Trockensubstanz	P_2O_5-Ausnutzung
g	g	%	g	%
—	10.2	—	13.7	—
0.2	96.1	68.0	116.6	70.2
0.6	167.5	72.1	189.0	68.6
1.0	181.0	63.1	—	—
1.2	—	—	203.1	60.3

Eine Erhöhung der Trockensubstanzproduktion ist unter dem Einflusse der höheren N-Düngung 1916 tatsächlich eingetreten, die Ausnutzung ist aber trotzdem, im Gegensatz zu der damals geäusserten Vermutung, nicht gestiegen. Es zeigt sich vielmehr abermals, dass die Ausnutzung der mittleren und höheren P_2O_5-Gaben, abweichend von den betreffenden Ergebnissen beim Stickstoff, sinkt. Wir fassen, um dies besser überblicken zu können, die Einzelergebnisse wieder gruppenweise zu Durchschnittszahlen zusammen und bitten Versuchsreihe C, die eine besondere Stellung einnimmt, hierbei vorläufig unbeachtet zu lassen.

	Durchschnittliche Ausnutzungskoeffizienten					
	Stickstoff			Phosphorsäure		
Versuchsreihe	A	B	C	A	B	C
Gabe 1—4 . . .	68.1	71.2	71.3	69.6	63.9	19.2
„ 5—7 . . .	81.8	79.6	82.5	65.7	63.1	47.1
„ 8—10 . .	76.8	80.2	79.9	55.7	45.8	38.2

Die Pflanze nimmt also von der ihr reichlich zur Verfügung gestellten Phosphorsäure verhältnismässig weniger auf, als dies beim Stickstoff der Fall ist, trotzdem die Ausnutzung beider Nährstoffe in den ersten Staffeln bei voller Wassergabe durchschnittlich etwa die gleiche gewesen ist. Der Grund hierfür muss selbstverständlich in den Löslichkeitsverhältnissen erblickt werden, indem die Pflanze mit dem leichtlöslichen N früher oder später Luxuskonsumtion zu treiben beginnt, während sie mit der schwerer löslichen P_2O_5 sparsamer umgeht. Da ferner das Wasser beim Lösungsvorgang der Phosphorsäure

eine grössere Rolle spielt,[1]) so hat die mässige Wassergabe bei der P_2O_5 (Reihe B) ein Sinken der Ausnutzungskoeffizienten bewirkt, während beim N eher das Umgekehrte zu verzeichnen war.

Der Zusatz von $Al(OH)_3$ und $CaCO_3$ hat die Ausnutzung der P_2O_5 sehr erheblich herabgesetzt, und zwar, dem Massenwirkungsgesetze entsprechend, ganz besonders bei den niedrigsten P_2O_5-Gaben, deren Ergebnisse deshalb, wie noch zu zeigen sein wird, eine besondere Beurteilung verdienen. Wenn trotzdem bei reichlicher Zufuhr von P_2O_5 die Trockensubstanzerträge eine sehr namhafte Höhe erreichen, so liegt dies eben wieder daran, dass die Pflanzen mit diesem Nährstoff keine so bedeutende Luxuskonsumtion zu treiben in der Lage waren.

c) Kali-Versuche.

Wir wünschten neben der Wirkung einer verschiedenen Wassergabe bzw. des Lichtentzuges auch den Einfluss zu prüfen, den die Adsorption[2]) des Kalis in fraglicher Beziehung ausübt und hatten deshalb die Anwendung eines durch Auswaschen mit einer Chlorcalciumlösung möglichst kalifrei gemachten Permutites in Aussicht genommen. Das uns für diesen Zweck von der Permutit-Gesellschaft in Berlin gelieferte Material ergab jedoch bei einem Vorversuche, dass das darin noch vorhandene Kali (3.17 %) von den Pflanzen leicht aufgenommen werden konnte. Wir haben über die Löslichkeitsverhältnisse zunächst festgestellt, dass beim 15 maligen Erwärmen von 10 g Permutit mit je 50 ccm einer 2 %igen Chlorcalciumlösung noch 1.89 bzw. 1.88 % K_2O im Rückstand enthalten waren, während bei der gleichen Behandlung mit einer gesättigten Chlorammoniumlösung nur 0.027 bzw. 0.037 % K_2O ungelöst blieben. Die gewünschte Reinigung grösserer Mengen Permutit auf dem Wege des Basenaustausches mit Chlorcalcium war also unmöglich gewesen. Der gelieferte Permutit ist deshalb nicht, wie ursprünglich beabsichtigt, als Adsorp-

[1]) Vgl. Pfeiffer, Blanck und Friske, Einfluss verschiedener Vegetationsfaktoren usw. Landw. Versuchs-Stationen Bd. 82, 1913, S. 298.

[2]) Wir haben im Anschluss an die Darlegungen von P. Ehrenberg (Bodenkolloide, 2. Aufl., S. 24) den Ausdruck „Adsorption" gewählt, trotzdem es sich wesentlich um chemische Vorgänge handeln dürfte, um zu einer Vereinheitlichung der Bezeichnungsweise nach Möglichkeit beizutragen.

tionsmittel, sondern feingemahlen als eine das Kali im gebundenen Zustand enthaltende Substanz benutzt worden; es dürften hierdurch ähnliche Verhältnisse geschaffen sein, wie sie beim Düngen des Ackerlandes mit Kalisalzen entstehen.

Ausserdem wurde die Löslichkeit des Kalis in kohlensäuregesättigtem Wasser durch Rührversuche im Mitscherlichschen Apparate festgestellt, wobei einerseits das Verhältnis zwischen Permutit und Wasser — 10 : 2000, 50 : 2000, 100 : 2000 und 200 : 2000 — verschieden gestaltet wurde, andererseits in einer zweiten Reihe dem Wasser die als Grunddüngung pro Gefäss verwandten Salze, unter Fortfall der zur Kopfdüngung benutzten Mengen NH_4NO_3, hinzugefügt wurden. Die Dauer des Rührens betrug 6 Stunden bei 30° C. Beim engsten Verhältnis zwischen Bodenkörper und Wasser ergaben sich unmögliche Zahlen, weil offenbar die 200 g Permutit nicht genügend aufgerührt zu werden vermocht hatten; eine Wiederholung dieser Versuche unter Verwendung von 100 g Permutit auf 1000 ccm Wasser ist unterblieben, weil nachstehende Zahlen für unsere Zwecke vollständig genügen. Es wurden unter den angegebenen Bedingungen aus dem jeweilig angewandten Permutit gelöst:

	Ohne Salze	Mit Salzen
10 : 2000 . .	0.547 % K_2O	2.394 % K_2O.
50 : 2000 . .	0.415 „ „	1.184 „ „
100 : 2000 . .	0.356 „ „	1.042 „ „

Die Löslichkeit des Permutitkalis ist demnach eine sehr grosse und seine, wie wir sehen werden, sehr günstige Wirkung auf das Pflanzenwachstum kann daher nicht überraschen. Besonders bemerkenswert scheint uns aber die starke Wirkung zu sein, die die Beigabe der Grunddüngung auf die Löslichkeit ausgeübt hat, woraus sich ein neuer Hinweis auf die Bedeutung der gegenseitigen Beeinflussung der Düngemittel bei derartigen Versuchen ergibt. Das Ammoniumnitrat dürfte im vorliegenden Falle auf dem Wege des Basenaustausches hauptsächlich zur Geltung gekommen sein.

Die ersten hierher gehörigen Vegetationsversuche (1917) sind missglückt, indem die Ergebnisse der Parallelgefässe fast durchweg ganz unerlaubt hohe Abweichungen aufwiesen, und auch sonstige Unregelmässigkeiten sich zeigten. Ähnlich ist es uns im gleichen Jahre bei einer anderen Versuchsreihe er-

gangen, ohne dass auch hier irgend ein Grund in dem benutzten Boden- und Düngematerial usw. auffindbar gewesen wäre. Wir vermuten daher, dass der lange Zeit anhaltende geringe Feuchtigkeitsgehalt der Luft störend gewirkt hat, trotzdem natürlich eine genügende Wasserversorgung der Pflanzen in bekannter Weise stattgefunden hat. Wir haben trotzdem zur Gewinnung eines allgemeinen Überblicks die am besten stehenden Kulturen geerntet und untersucht, und da die gewonnenen Ergebnisse später folgenden Erörterungen als Grundlage zu dienen haben, so finden sie sich in Tabelle 3 zusammengestellt. Die Kalidüngung erfolgte in den beiden Reihen „hohe Wassergabe" und „beschränkte Wassergabe und Lichtentzug" mit Kaliumsulfat in 10 Staffeln von 0.1—4.5 g K_2O steigend; der Permutit wurde bei hoher Wassergabe gleichfalls in 10 Staffeln von 5—350 g, entsprechend 0.16—11.09 g K_2O, steigend angewandt; ausserdem erhielten je 4 Gefässe mit 10 bzw. 20 bzw. 40 g Permutit eine Beigabe von je 0.2 g K_2O als K_2SO_4, um zu prüfen, ob dieses doch vielleicht auf dem Wege der Adsorption zu einer anderen Wirkung gebracht würde.

(Siehe die Tabelle 3 auf S. 17.)

Am auffallendsten musste uns das starke Sinken der Kaliausnutzung bei steigenden Permutitgaben sein, da von einer unmittelbaren Pflanzenschädigung nicht die Rede sein konnte, und ausserdem der prozentische Gehalt der Trockensubstanz ein verhältnismässig niedriger geblieben war. Die am nächsten liegende Erklärung, dass die Wirkung des NH_4NO_3 auf dem Wege der Festlegung durch den Permutit eine Hemmung erfahren hätte, fand insofern eine Bestätigung, als der Stickstoffgehalt der Pflanzen von Nr. 37 bzw. 41/42 (höchste K_2SO_4-Gaben) 3.19 bzw. 3.06 g, derjenige von Nr. 123 bzw. 127 (höchste Permutitgaben) dagegen nur 2.05 bzw. 2.03 g betrug; es musste aber noch ein anderer Punkt im Spiele gewesen sein, da der Stickstoffmangel allein die Kaliaufnahme nicht soweit herabzudrücken vermocht hätte. Wir haben deshalb folgende Überlegung angestellt. Der Permutit besitzt eine grosse Hygroskopizität; das hygroskopisch gebundene Wasser kann von den Pflanzen nicht ausgenutzt werden, und zwar macht sich diese Schädigung nicht proportional, sondern mit steigender Hygroskopizität des Bodenmaterials in immer stärkerem Maße

Tabelle 3.

Nummer der Gefässe	Differenzdüngung K_2O g	Trockensubstanz g	Kaligehalt %	Kaligehalt g	Mehrertrag K_2O g	Ausnutzungskoeffizient K_2O %
A. Volle Wassergabe.						
1/4	—	4.0	0.550	0.0220	—	—
5/7	0.1	23.2	0.579	0.1393	0.1173	117.3
11	0.2	29.2	0.770	0.2249	0.2029	101.4
13/14	0.4	66.0	0.613	0.4046	0.3826	95.6
17/20	0.6	92.5	0.663	0.6132	0.5912	98.5
22	0.9	102.8	0.767	0.7886	0.7666	85.2
25	1.2	122.5	0.852	1.0437	1.0217	85.1
29/30	1.5	114 9	1.118	1.2846	1.2626	84.2
35	2.0	142.7	1.252	1.7864	1.7644	88.2
37	3.0	144.3	1.760	2.5400	2.5180	83.9
41/42	4.5	132.0	2.736	3.6115	3.5895	79.8
B. Mässige Wassergabe.						
45/48	—	4.2	0.621	0.0261	—	—
49/50	0.1	13.5	0.720	0.0972	0.0711	71.1
54/55	0.2	28.8	0.693	0.1995	0.1734	86.7
58/59	0.4	39.0	0.859	0.3352	0.3091	77.3
62	0.6	55.8	0.889	0.4962	0.4701	78.3
68	0.9	59.7	1.180	0.7044	0.6783	75.4
72	1.2	63.1	1.403	0.8854	0.8593	71.6
75	1.5	59.2	1.794	1.0620	1.0359	69.1
79/80	2.0	52.0	2.357	1.2256	1.1995	60.0
82/83	3.0	99.9	2.150	2.1478	2.1217	70.7
86/87	4.5	92.6	3.471	3.2142	3.1881	70.8
C. Permutit.						
91	0.158	54.0	0.395	0.2133	0.1913	121.1
94	0.317	84.1	0.378	0.3179	0.2959	93.3
97	0.634	86.2	0.620	0.5344	0.5124	80.8
102	1.268	88.8	1.136	1.0087	0.9867	77.8
107	1.902	113.8	1.144	1.3019	1.2799	67.3
112	2.536	118.1	1.195	1.4112	1.3892	54.7
113	3.804	101.7	1.298	1.3200	1.2980	34.1
118	5.072	89.7	1.097	0.9840	0.9620	19.0
123	6.340	90.5	1.135	1.0275	1.0055	15.9
127	11.095	90.4	1.241	1.1219	1.0999	9.9
129/130	0.317 } + 0.2 g	105.2	0.544	0.5723	0.5503	106.4
135/136	0.634 } + 0.2 g	119.4	0.656	0.7832	0.7612	91.3
137/140	1.268 } + 0.2 g	125.9	0.927	0.1671	1.1451	78.0

geltend;[1]) nehmen wir an, dass bei der für den Permutit gefundenen Hygroskopizität von 22 % die fünffache Wassermenge den Pflanzen entzogen wird, so kann dies bei steigenden Permutitgaben bis zur Höchstgabe offenbar eine ziemlich bedeutende Wirkung auf die Wasserversorgung, auf die Kali- und Stickstoffaufnahme, auf die Pflanzenproduktion ausüben.

Wir haben deshalb bei der Wiederholung der Versuche im folgenden Jahre, zu deren Besprechung wir nunmehr übergehen, die Wassermengen in der Permutitreihe staffelweise entsprechend erhöht, nebenbei aber auch, wenigstens in 2 Fällen, das alte Verfahren beibehalten, um die Wirkung der Wassererhöhung bzw. Wasserentziehung feststellen zu können. Da das Kali im Permutit sich bei seiner Anwendung in nicht zu grossen Mengen als sehr leicht aufnehmbar erwiesen hatte, so wurden die Gaben denjenigen im reinen K_2SO_4 möglichst angepasst und stiegen abermals in 10 Staffeln, von 0.0951 bis 4.279 g. Die höchste Gabe gelangte bei 8 Gefässen zur Anwendung, von denen je 4 in der angegebenen Weise hinsichtlich der Wassermenge etwas verschieden gestellt wurden, und das Gleiche gilt von 8 weiteren Gefässen, die die höchste Permutitgabe des Vorjahres (11.095 g K_2O) erhielten.

Der zum Füllen der Gefässe benutzte Glassand (je 16 kg) entstammte einer neuen Sendung und erwies sich nicht ganz so rein wie der frühere; er enthielt 0.091 % beim Kochen mit konzentrierter HCl lösliche Bestandteile, darunter 0.028 % $Fe_2O_3 + Al_2O_3$, 0.0136 % CaO, 0.0047 % MgO, unbestimmbare Spur von K_2O. Die Grunddüngung betrug:

4.0 g NH_4NO_3,	1.0 g $MgSO_4 . 7 H_2O$,
8.0 „ $CaHPO_4$,	0.5 „ $MgCl_2 . H_2O$,
10.0 „ $CaCO_3$,	0.1 „ $FeSO_4$, mit H_2O_2 oxydiert.

50 ccm Bodenaufguss.

Ausserdem erhielten eine Kopfdüngung von je 1.5 g NH_4NO_3:

am 6. Mai . .	Nr. 13—44,	Nr. 109—140,	Nr. 53—96;
„ 13. „ . .	„ 13—44,	„ 109—140,	„ 53—96;
„ 23. „ . .	„ 1—44,	„ 97—140,	„ 45—96;
„ 29. „ . .	„ 17—44,	„ 113—140,	„ 57—96;
„ 6. Juni . .	„ 5—44,	„ 101—140,	„ 43—96.

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 82, 1913, S. 270.

Ein genügender Stickstoffüberschuss ist daher sicherlich überall vorhanden gewesen, da die Höchstgabe reichlich 4 g betragen hat. Die Differenzdüngung bewegte sich innerhalb der bereits angegebenen Grenzen.

Der am 5. April ausgesäte, vorher wieder gebeizte, Ligowohafer (48 Körner pro Gefäss) lief am 9. April auf und wurde 7 Tage später auf je 24 Pflanzen vereinzelt. Die ohne K_2O belassenen Gefässe zeigten ein sehr kümmerliches Wachstum, und einzelne Pflänzchen waren schon am 30. April fast abgestorben. Die durch die verschieden hohe Kalidüngung bedingten Unterschiede machten sich an dem genannten Tage deutlich bemerkbar; einige braune Blattspitzen, die später vertrockneten, waren überall bemerkbar. Die sonstige Entwicklung der Pflanzen war durchweg eine sehr freudige und liess höhere Erträge erwarten, als solche schliesslich erzielt worden sind. Die Rispenbildung begann bei den Gefässen mit den höchsten Kaligaben am 14. Juni, die Blüte am 20. Juni, bei Reihe B einige Tage früher. Auch im vorliegenden Falle wurde die Ernte zur Zeit beginnender Milchreife vorgenommen:

am 29. Juni . .	Nr. 1—12,	Nr. 97—108,	Nr. 45—52;
„ 1. Juli . .	„ 13—24,	„ 109—120,	„ 53—64;
„ 6. „ . .	„ 25—32,	„ 121—128,	—
„ 9. „ . .	„ 33—44,	„ 129—140,	„ 65—96.

Die Erträge und deren Zusammensetzung usw. finden sich in Tabelle 4 verzeichnet.

(Siehe die Tabelle 4 auf S. 20.)

Die Übereinstimmung der Parallelgefässe ist wieder im allgemeinen eine recht befriedigende gewesen, wenn auch die Zahl der Fälle, in denen die wahrscheinliche Schwankung 3 % der Trockensubstanz übersteigt, leider im Vergleich zu den früheren Versuchen eine Vermehrung erfahren hat; Nr. 131 musste infolge eines völlig aus der Reihe fallenden Einzelergebnisses ausgeschaltet werden.

Der prozentische Kaligehalt weist ebenfalls in der ersten und dritten Reihe einige störende Unregelmässigkeiten auf, indem bei steigenden Kaligaben ein Sinken des Prozentgehaltes, Nr. 5/8 und 9/12, Nr. 53/56 und 57/60, Nr. 61/64 und 65/68, oder wenigstens ein Gleichbleiben, Nr. 21/24 und Nr. 25/28, zu verzeichnen ist. Eine Wiederholung der Analysen hat hieran

Tabelle 4.

Nummer der Gefässe	Differenz-düngung K_2O	Oberirdische Trocken-substanz		Kaligehalt		Mehr-ertrag K_2O	Aus-nutzungs-koeffizient K_2O
	g	g	± g	%	g	g	%
			A. Volle Wassergabe, K_2SO_4.				
1/4	—	6.1	0.84	0.408	0.0249	—	—
5/8	0.1	15.4	0.41	0.423	0.0651	0.0402	40.2
9/12	0.2	24.2	0.11	0.419	0.1014	0.0761	38.0
13/16	0.4	38.0	1.71	0.517	0.2003	0.1754	43.8
17/20	0.6	55.0	0.71	0.541	0.2975	0.2726	45.4
21/24	0.9	68.4	1.24	0.619	0.4233	0.3984	44.3
25/28	1.2	104.3	1.95	0.619	0.6456	0.6207	51.7
29/32	1.5	114.9	2.17	0.673	0.7732	0.7483	49.9
33/36	2.0	149.9	1.07	0.690	1.0343	1.0094	50.5
37/40	3.0	163.4	5.14	1.186	1.9379	1.7130	57.1
41/44	4.5	178.6	2.94	1.688	3.0147	2.9898	66.4
			B. Mässige Wassergabe und Lichtentzug, K_2SO_4.				
97/100	—	2.0	0.56	0.425	0.0085	—	—
101/104	0.1	15.0	0.31	0.405	0.0602	0.0517	51.7
105/108	0.2	23.9	0.55	0.420	0.0966	0.0881	44.0
109/112	0.4	35.6	0.71	0.515	0.1833	0.1748	43.7
113/116	0.6	49.1	2.29	0.607	0.2980	0.2895	48.3
117/120	0.9	63.6	1.44	0.786	0.4998	0.4913	54.6
121/124	1.2	74.4	2.62	0.909	0.6762	0.6675	55.6
125/128	1.5	89.3	1.90	1.022	0.9126	0.9041	60.3
129/132	2.0	101.7	1.96	1.120	1.1390	1.1305	56.5
133/136	3.0	122.8	1.62	1.505	1.8481	1.8396	61.3
137/140	4.5	134.7	3.71	2.217	2.9862	2.9777	66.0
			C. Volle Wassergabe, Permutit.				
45/48	0.0951	20.2	0.74	0.317	0.0640	0.0391	41.1
49/52	0.1902	31.0	0.56	0.247	0.0765	0.0516	27.1
53/56	0.3804	59.5	1.11	0.315	0.1874	0.1625	42.8
57/60	0.5706	81.5	1.93	0.305	0.2485	0.2236	39.2
61/64	0.8559	128.0	1.42	0.433	0.5542	0.5293	61.8
65/68	1.1412	148.6	2.76	0.418	0.6211	0.5962	52.2
69/72	1.4265	150.0	4.03	0.552	0.8280	0.8031	56.3
73/76	1.902	168.8	1.13	0.630	1.0634	1.0385	54.6
77/80	2.853	179.5	4.11	0.858	1.5401	1.5152	53.1
81/84	4.279	174.8	2.91	1.103	1.9280	1.9031	44.5
85/88	11.095	178.8	4.34	1.479	2.6444	2.4195	21.8
89/92	4.279	183.5	3.95	0.906	1.6625	1.6376	38.3
93/96	11.095	168.8	3.73	1.236	2.0863	2.0614	18.6

keine Änderung zu erbringen vermocht. Wenn es nun auch in einigen Fällen,. worauf zurückzukommen sein wird, als sehr wahrscheinlich bezeichnet werden muss, dass die Höhe der Trockensubstanzerträge hierbei eine Rolle spielt, so bildet dies doch nur eine sehr mangelhafte Erklärung, da die Bedenken sich dann gegen die Trockensubstanzerträge richten müssen.

Eine nähere Besprechung verdient nunmehr aber die auffallend geringe Ausnutzung des Kalis durch die Pflanzen, auffallend sowohl vom Standpunkte der allgemeinen Erfahrung aus, als auch namentlich den vorjährigen Ergebnissen gegenüber, die wir wesentlich aus diesem Grunde in Tabelle 3 wiedergegeben haben. Was zunächst die allgemeine Erfahrung anbelangt, so beschränken wir uns auf die Angabe, dass bei früheren Versuchen über die Wirkung des Phonoliths [1]) das vergleichsweise angewandte K_2SO_4 in reinem Odersand bzw. einem Gemisch von diesem mit Lehmboden eine Ausnutzung von 88.2 bzw. 56.1 % ergeben hat. Der Zusatz von absorptionskräftigem Lehmboden hatte nun allerdings die Ausnutzung etwa auf die vorliegende Höhe herabgedrückt, aber wenn wir diesen Umstand richtig einschätzen, so würde der Glassand weit eher eine bessere Ausnutzung als der von Tonbestandteilen nicht ganz freie Odersand erwarten lassen. Hierzu treten dann die Ergebnisse des Vorjahres. Die Ausnutzung bewegt sich je in den beiden völlig gleich behandelten Reihen mit K_2SO_4 1917 zwischen 79.8 und 117.3 % bzw. 60.0 und 86.7 %, 1918 dagegen zwischen 38.0 und 66.4 % bzw. 43.7 und 66.0 %. Nun sind allerdings 1917 aus dem angegebenen Grunde nur die Gefässe mit Höchsterträgen zur Untersuchung herangezogen worden, und in einzelnen Fällen überschreiten diese Zahlen diejenigen von 1918, doch bietet auch diese Tatsache keine genügende Erklärung, denn bei der umgekehrten Sachlage bleibt das Missverhältnis mit aller Schärfe bestehen, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht.

	1917		1918	
Kaligabe	Trockensubstanz	Ausnutzung	Trockensubstanz	Ausnutzung
2.0 g	142.7 g	88.2 %	149.9 g	50.5 %
3.0 „	144.3 „	83.9 „	163.4 „	57.1 „
4.5 „	132.0 „	79.8 „	178.6 „	66.4 „

[1]) Mitteilungen der Landw. Institute Breslau Bd. 6, 1911, S. 260. Vgl. z. B. auch WILFARTH und WIMMER, Arbeiten der D. L.-G. Heft 68, 1902, S. 84.

Bei der mässigen Wassergabe — der gleichzeitige Lichtentzug dürfte auf die Kaliausnutzung ohne Einfluss geblieben sein — stimmen freilich die Zahlen in den beiden Jahren, wenigstens bei den höheren Kaligaben, etwas besser überein, doch ist die Ursache hierfür in dem Umstande zu suchen, dass 1917 die Ausnutzungskoeffizienten unter der Einwirkung der beschränkten Wassergabe sinken, 1918 dagegen umgekehrt sogar etwas steigen. Diese Tatsache ist eine neue sonderbare Erscheinung, die auch im Gesamtdurchschnitt deutlich hervortritt:

1917		1918	
Volle	Mässige	Volle	Mässige
Wassergabe		Wassergabe	
91.9 %	83.1 %	48.7 %	54.7 %

Die Kaliausnutzung ist also 1918 gerade bei der höheren Wassergabe eine auffallend geringe gewesen, und ebenso haben sich auch die niedrigen Permutitgaben verhalten.

Unsere früher erwähnte Vermutung, dass der Permutit infolge seiner hohen Hygroskopizität bzw. der dadurch bewirkten Wasserentziehung das auffallend schlechte Pflanzenwachstum bei den höheren Gaben bzw. das starke Sinken der Kaliausnutzung 1917 bewirkt habe, hat sich nicht bestätigt, denn es stehen sich folgende Zahlen gegenüber:

Kaligabe	Wasserzulage	Trockensubstanz	Kaliausnutzung
4.279 g	mit	174.8 ± 2.91 g	44.5 %
4.279 „	ohne	183.5 ± 3.95 „	38.3 „
11.095 „	mit	178.8 ± 4.34 „	21.8 „
11.095 „	ohne	168.8 ± 3.73 „	18.6 „

Die Ertragsunterschiede liegen innerhalb der Fehlergrenzen und bewegen sich ausserdem in entgegengesetzter Richtung; die Ausnutzungskoeffizienten weichen bei gleicher Kaligabe nicht erheblich voneinander ab. Ebensowenig konnte im zweiten Jahre ein Unterschied im Stickstoffgehalte der mit K_2SO_4 bzw. Permutit gedüngten Pflanzen nachgewiesen werden. Wir fanden nämlich bei den niedrigsten bzw. höchsten Kaligaben:

Kaliumsulfatreihe			Permutitreihe					
Nr.	N %	N g	Nr.	N %	N g	Nr.	N %	N g
5/8	4.74	0.730	45/48	4.33	0.875	85/88	1.42	2.539
9/12	3.32	1.045	49/52	3.25	1.008	89/92	1.28	2.349
37/40	1.49	2.435	77/80	1.43	2.567	93/96	1.47	2.481
41/44	1.34	2.393	81/84	1.42	2.482			

Eine Schädigung des Pflanzenwachstums auf dem Wege der Festlegung des Ammoniakstickstoffs durch den Permutit ist demnach ausgeschlossen. Die unverkennbare Ertragsverminderung durch die hohen Permutitgaben 1917 muss also ohne Erklärung bleiben.

Wir stehen, wie man sieht, hinsichtlich der Ausnutzung und Wirkung des Kalis in den beiden Versuchsjahren vor einer Fülle von Rätseln. Der einzige Unterschied in der Versuchsanordnung bezieht sich auf den benutzten Glassand, der 1918, wie bereits erwähnt wurde, einer neuen Lieferung entstammte und etwas mehr in Salzsäure lösliche Bestandteile enthielt. Es ist aber wohl kaum möglich, dass hierin die Erklärung für die besprochenen weitgehenden Abweichungen der Ergebnisse gesucht werden könnte. Irgend ein grober Irrtum, an den wir natürlich zunächst gedacht haben, hat auf Grund der angestellten Nachprüfungen, wie ausdrücklich betont sei, ganz bestimmt als ausgeschlossen zu gelten. Wir haben deshalb ernstlich erwogen, ob es unter diesen Umständen nicht richtiger sei, von einer Veröffentlichung der Kaliversuche vorläufig Abstand zu nehmen. Da wir aber bezweifeln, dass uns eine Lösung der vielfachen Widersprüche in absehbarer Zeit gelingen wird, und da andererseits das vorliegende Material manchen bemerkenswerten Wink zu bieten vermag, so haben wir uns entschlossen, die Besprechung der Kaliwirkung nicht aus dem Zusammenhang mit derjenigen der Stickstoff- und Phosphorsäurewirkung zu reissen. Es liegt indessen auf der Hand, dass die gewonnenen Ergebnisse nach Lage der Dinge nur mit Vorsicht verwertet werden können.

II. Die Ertragskurven.

Für die Berechnung von Ertragskurven durch Aufstellung logarithmischer Gleichungen auf dem zuerst von Mitscherlich beschrittenen Wege bietet ein biegsames Rohr einen naheliegenden Vergleich. Dieses lässt sich einigen wenigen feststehenden Punkten durch Verleihung einer verschiedenartigen, gleichmässig verlaufenden Krümmung anpassen, und ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Lösung der uns nunmehr beschäftigenden Aufgabe. Man hat häufig die Wahl zwischen mehreren Kurven, die zu recht verschiedenen Schlussfolgerungen führen können, und muss daher zur Fällung eines objektiven Urteils bemüht

sein, sich bei den betreffenden Berechnungen bestimmten Regeln unterzuordnen. Als solche haben, wie bereits gelegentlich in einer früheren Arbeit[1]) erwähnt wurde, die folgenden zu gelten: 1. Die Summe der Abweichungen zwischen den gefundenen und berechneten Werten muss sich auf einer möglichst niedrigen Höhe halten. 2. Die Summen der Abweichungen mit dem positiven und negativen Vorzeichen müssen möglichst gleichgross sein. 3. Die Abweichungen müssen ein möglichst niedriges Vielfaches der wahrscheinlichen Schwankungen der Beobachtungen betragen. Es ist nicht immer ganz leicht, diesen Grundsätzen entsprechend einen möglichst richtigen Ausgleich herbeizuführen, und gewisse Meinungsverschiedenheiten werden sich daher niemals völlig vermeiden lassen. So hat z. B. Mitscherlich[2]) gegen die im hiesigen Institute gemachte Feststellung, dass der Buchweizen schwerlösliche Phosphate verhältnismässig besser als der Hafer auszunutzen vermag, Einspruch erhoben, worauf von unserer Seite bereits geantwortet[3]) worden ist. Die in der eben zitierten Arbeit von uns veröffentlichten neuen Versuche über die betreffende Frage haben ebenfalls den Widerspruch Mitscherlichs[4]) wachgerufen, indem er zu beweisen sucht, dass der Proportionalitätsfaktor c in den logarithmischen Gleichungen für Hafer und Buchweizen gleiche Verhältniswerte der benutzten Phosphate ergebe. Eine geringfügige Änderung der Gleichungen für den Hafer im Sinne Mitscherlichs, ohne diesem aber etwa völlig zu folgen, führt, wie zugestanden werden kann, tatsächlich zu einer kleinen Verbesserung, während beim Buchweizen, und das bleibt die Hauptsache, an den ursprünglichen Angaben festgehalten werden muss. Um nicht gar zu viel Raum für diese Darlegungen in Anspruch nehmen zu müssen, begnügen wir uns mit der Wiedergabe der nachstehenden Tabelle,[5]) in der d die Abweichung als Vielfaches der wahrscheinlichen Schwankung der Beobachtungen bedeutet.

---

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 87, 1915, S. 197.

[2]) Landw. Jahrbücher Bd. 49, 1916. S. 386.

[3]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 89, 1917, S. 225.

[4]) Landw. Jahrbücher Bd. 52, 1918, S. 285.

[5]) Die Werte für x_0 und A des Originals kommen weniger in Betracht, da sie in allen 3 Reihen gleichmässig wiederkehren, und können daher fortgelassen werden.

Tabelle 5.

Düngung	P_2O_5 g	Hafer Breslau Berechnet	Hafer Breslau d	Hafer Mitscherlich Berechnet	Hafer Mitscherlich d	Buchweizen Breslau Berechnet	Buchweizen Breslau d	Buchweizen Mitscherlich Berechnet	Buchweizen Mitscherlich d
$CaHPO_4$	0.2	58.6	— 2.4	58.8	— 2.2	36.3	+ 0.2	36.1	+ 0.1
	0.6	97.6	+ 2.3	97.8	+ 2.6	52.8	— 0.1	52.9	± 0.0
Mittel:	—	—	— 0.05	—	+ 0.2	—	+ 0.05	—	+ 0.05
$Ca_3(PO_4)_2$	0.3	34.7	— 5.6	32.7	— 6.6	23.8	— 1.7	22.1	— 2.5
	0 9	71.0	+ 5.4	67.8	+ 2.6	42.7	+ 1.3	40.5	+ 0.1
Mittel:	—	—	— 0.1	—	— 2.0	—	— 0.2	—	— 1.2
Angaurphosphat	3.0	23.0	+ 0.5	24 6	+ 1.8	27.4	— 1.2	17.4	— 5.3
	6.0	37.5	— 0.7	40.3	+ 0.8	39.7	+ 0.9	26.3	— 2.6
Mittel:	—	—	— 0.1	—	+ 1.3	—	— 0.15	—	— 3.95

Die von uns berechneten Werte folgen den Gleichungen:

Hafer . . .
$$\begin{cases} \log(110.1 - y) = 2.0199 - 1.54 \cdot x, \\ \log(110.1 - y) = 2.0199 - 0.475 \cdot x, \\ \log(110.1 - y) = 2.0199 - 0.0265 \cdot x. \end{cases}$$

Buchweizen .
$$\begin{cases} \log(56 - y) = 1.6990 - 2.04 \cdot x, \\ \log(56 - y) = 1.6990 - 0.645 \cdot x, \\ \log(56 - y) = 1.6990 - 0.082 \cdot x. \end{cases}$$

Der Wirkungswert der drei Phosphate berechnet sich aus den Proportionalitätsfaktoren obiger Gleichungen wie folgt:

	Dicalciumphosphat		Tricalciumphosphat		Angaurphosphat
Hafer	1.54	:	0.475	:	0.0265
„	100	:	30.8	:	1.7
Buchweizen .	2.04	:	0.645	:	0.082
„ .	100	:	31.6	:	4.0

Der besonders zu berücksichtigende Unterschied in der Wirkung des Angaurphosphates bei den beiden Pflanzenarten bleibt deshalb mit 1.7 : 4.0, gegenüber 1.6 : 4.0 nach unseren früheren Angaben, fast unvermindert bestehen, und es dürfte andererseits leicht zu erkennen sein, auf welchem Wege Mitscherlich zu einer abweichenden Schlussfolgerung gelangt ist. Er hat den Proportionalitätsfaktor für das Angaurphosphat beim Hafer zu erhöhen, beim Buchweizen zu erniedrigen versucht ohne Rücksicht darauf, dass die Anpassung der be-

rechneten an die gefundenen Werte durch diese Massnahme, wie obige Tabelle deutlich zeigt, eine wesentliche Verschlechterung erleidet. Dass er ausserdem den bedeutend höheren absoluten Gehalt der mit Angaurphosphat gedüngten Buchweizenpflanzen an P_2O_5 völlig unberücksichtigt lässt, soll hier nur andeutungsweise erwähnt werden. Die eigenen Versuche Mitscherlichs, die er selbst nicht für beweiskräftig hält, sollen wiederholt werden, und auch wir werden uns erneut mit dieser Frage beschäftigen.

Wir haben geglaubt, vorstehender Meinungsverschiedenheit eine kurze Besprechung widmen zu müssen, weil die folgenden Darlegungen zu ähnlichen Auseinandersetzungen Veranlassung geben werden, und weil wir bemüht gewesen sind, die aufgestellten logarithmischen Gleichungen, wie bisher, den erwähnten Regeln nach Möglichkeit zu unterwerfen. Je grösser die Zahl der Beobachtungen ist, und in den vorliegenden Fällen liegen deren stets 11 vor, desto schwieriger gestaltet sich die Sachlage, da Vegetationsversuche niemals frei von Fehlern sein können. Ein biegsames Rohr, um nochmals an diesen Vergleich anzuknüpfen, lässt sich mit Leichtigkeit in einer gleichmässig verlaufenden Krümmung 2 gegebenen Punkten anpassen, sind aber 11 vorhanden, von denen bekannt ist, dass der eine oder andere, scheinbar ohne bestimmte Ursache, völlig aus der Reihe herausfallen kann, so ist die Entscheidung nicht immer leicht, welche als richtunggebend beibehalten werden sollen. Wir bitten, dies bei den folgenden Auseinandersetzungen im Auge behalten zu wollen.

a) Stickstoff-Versuche.

Die Ergebnisse der hierher gehörigen Berechnungen finden sich in Tabelle 6 verzeichnet und in Abb. 1, zu der bemerkt werden muss, dass die geraden Verbindungslinien zwischen den drei Kurven für spätere, die prozentische Zusammensetzung betreffende Erörterungen eingezeichnet worden sind, graphisch dargestellt.

(Siehe die Tabelle 6 auf S. 27.)

Die Übereinstimmung zwischen den gefundenen und berechneten Werten ist keineswegs immer, wie namentlich die letzte Spalte der Tabelle erkennen lässt, eine befriedigende.

Tabelle 6.

x	Gefunden	Berechnet	Abweichung	Vielfaches der wahrscheinlichen Schwankung
A. Volle Wassergabe: log (245 — y) = 2.3784 — 0.295 · x.				
0.0	7.5 ± 0.82	6.0	— 1.5	— 1.9
0.2	32.8 ± 1.07	36.2	+ 3.4	+ 3.2
0.4	56.1 ± 0.96	62.8	+ 6.7	+ 7.0
0.6	89.8 ± 1.23	86.0	— 3.8	— 3.1
0.8	109.7 ± 1.50	106.2	— 3.5	— 2.2
1.8	181.4 ± 0.93	174.7	— 6.7	— 7.2
2.1	189.5 ± 1.09	187.6	— 1.9	— 1.7
2.4	197.4 ± 1.77	198.2	+ 0.8	+ 0.4
2.7	199.9 ± 2.22	206.8	+ 6.9	+ 3.0
3.0	209.0 ± 1.59	213.8	+ 4.8	+ 3.0
4.0	226.1 ± 1.21	229.2	+ 3.1	+ 2.5
B. Mässige Wassergabe: log (192 — y) = 2.2742 — 0.395 · x.				
0.0	6.8 ± 0.47	6.0	— 0.8	— 1.7
0.2	32.7 ± 0.60	36.9	+ 4.2	+ 7.0
0.4	55.8 ± 1.71	62.7	+ 6.9	+ 4.0
0.6	82.0 ± 1.44	84.3	+ 2.3	+ 1.6
0.8	104.0 ± 0.85	102.2	— 1.8	— 2.1
1.8	159.6 ± 1.50	155.8	— 3.8	— 2.5
2.1	169.4 ± 1.43	164.5	— 4.9	— 3.5
2.4	173.7 ± 2.33	171.1	— 2.6	— 1.2
2.7	177.1 ± 1.33	176.0	— 1.1	— 0.9
3.0	182.5 ± 1.21	179.9	— 2.6	— 2.2
4.0	184.0 ± 1.82	187.1	+ 3.1	+ 1.2
C. Mässige Wassergabe und Lichtentzug: log (175 — y) = 2.2279 — 0.405 · x.				
0.0	6.6 ± 0.24	6.0	— 0.6	— 2.5
0.2	30.6 ± 0.76	34.7	+ 4.1	+ 5.4
0.4	54.0 ± 0.96	58.7	+ 4.7	+ 4.9
0.6	82.8 ± 0.96	78.4	— 4.4	— 4.6
0.8	98.9 ± 1.32	94.9	— 4.0	— 3.0
1.8	151.6 ± 1.39	143.5	— 8.1	— 5.8
2.1	150.4 ± 1.28	151.1	+ 0.7	+ 0.5
2.4	156.8 ± 1.91	157.0	+ 0.2	+ 0.1
2.7	156.1 ± 4.23	161.4	+ 5.3	+ 1.3
3.0	166.4 ± 1.97	164.7	— 1.7	— 0.9
4.0	(189.6 ± 4.50)	(171.0)	(— 18.6)	(— 4.2)

Wir müssen uns indessen mit der Tatsache trösten, dass zahlreiche, weniger umfangreiche Versuchsreihen Mitscherlichs von dem gleichen Schicksal betroffen worden sind. Es war uns jedenfalls nicht möglich, einen besseren Anschluss unter Beachtung der aufgestellten Regeln zu finden.

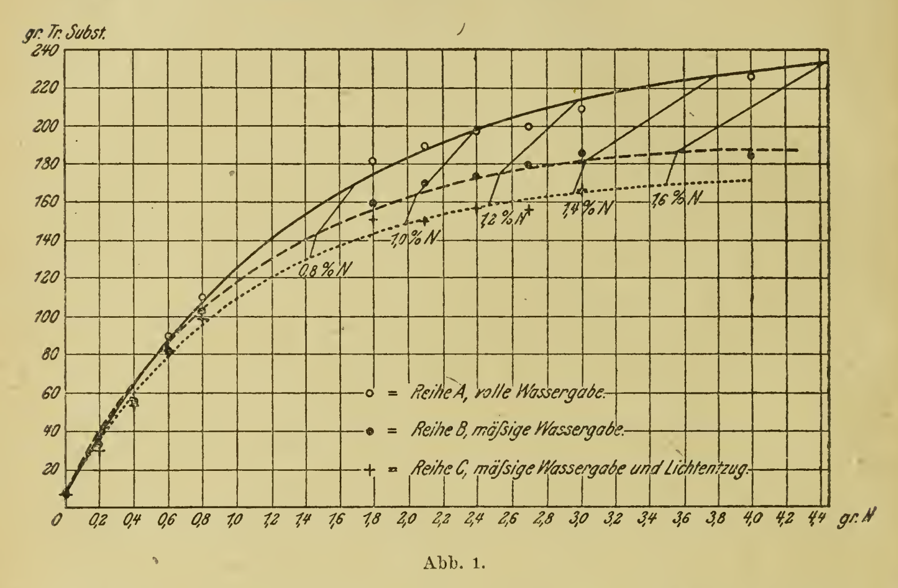


Abb. 1.

Das Ergebnis der höchsten Stickstoffgabe in der dritten Reihe bedarf noch einer besonderen Besprechung. Es handelt sich hier um den bereits erwähnten Fall, in welchem die vier Gefässe gesondert auf einem kleinen Wagen, völlig freistehend. Aufstellung gefunden hatten, so dass Licht und Luft besser als bei den vorhergehenden Gliedern der Reihe zur Geltung zu kommen vermochten. Die Wirkung ist tatsächlich nicht ausgeblieben, äussert sich aber in einem ziemlich bescheidenen Grade. Nach der Theorie hätte nämlich ein Trockensubstanzertrag von 171.0 g erwartet werden müssen, während ein solcher von 189.6 ± 4.50 g gefunden wurde. Die Abweichung liesse sich demnach sogar noch aus der wahrscheinlichen Schwankung zur Not vollständig erklären. Da die Ursache des fehlerhaften Ergebnisses bekannt ist, so haben wir es bei der Aufstellung der logarithmischen Gleichung unberücksichtigt gelassen und dies in der Tabelle durch Einklammern der betreffenden Zahlen angedeutet.

Der Wirkungsfaktor c steigt beim Übergang von der vollen zur mässigen Wassergabe ziemlich bedeutend von 0.295 auf 0.395 und erfährt beim Hinzutritt des Lichtentzuges eine weitere, allerdings belanglose, Erhöhung auf 0.405. Mitscherlich hat dagegen bekanntlich bei zahlreichen Versuchen gefunden, dass der Wirkungsfaktor eines Nährstoffs, um nur diesen hier in Frage kommenden Fall ins Auge zu fassen, bei einer verschiedenen Gestaltung der übrigen Wachstumsfaktoren, des Wassers, der Pflanzenarten usw., immer der gleiche bleibt. Der Unterschied liegt auf der Hand und besitzt eine grundlegende Bedeutung. Wir haben es deshalb für zweckmässig gehalten, das vorliegende Zahlenmaterial Herrn Kollegen Mitscherlich mit der Bitte um eine Meinungsäusserung zu unterbreiten, die er uns auch in dankenswerter Weise freundlichst zur Verfügung gestellt hat.

Es wurde bei Besprechung der Versuchsanordnung bereits erwähnt, dass die Stickstoffgaben bis zur Höhe von 0.8 g gleichzeitig mit der Grunddüngung verabfolgt worden sind, während die dann noch fehlenden Mengen als Kopfdüngung in verschiedenen Gaben Verwendung gefunden haben. Wir müssen offen bekennen, dass es richtiger gewesen wäre, anfangs überall nur etwa den fünften Teil der vorgesehenen Stickstoffmenge zu geben und die Kopfdüngung dann ebenfalls überall gleichmässig bruchteilweise folgen zu lassen, da nur dann die Variable N in sämtlichen Fällen eine gleichsinnige Veränderung erfahren hätte. An diesen Fehler knüpft Mitscherlich an und meint, man müsse die drei Reihen infolgedessen je in 2 Teile zerlegen, für deren Ergebnisse die folgenden Gleichungen aufzustellen seien:

Volle Wassergabe . $\begin{cases} \text{a)}\ \log (240 - y) = 2.3664 - 0.3 \cdot x, \\ \text{b)}\ \log (220 - y) = 2.3273 - 0.4 \cdot x. \end{cases}$

Mässige Wassergabe $\begin{cases} \text{a)}\ \log (230 - y) = 2.3487 - 0.3 \cdot x, \\ \text{b)}\ \log (195 - y) = 2.2747 - 0.4 \cdot x. \end{cases}$

Mässige Wassergabe und Lichtentzug $\begin{cases} \text{a)}\ \log (220 - y) = 2.3288 - 0.3 \cdot x, \\ \text{b)}\ \log (175 - y) = 2.2264 - 0.4 \cdot x. \end{cases}$

Nunmehr sind die Wirkungswerte in den drei Reihen unverändert die gleichen. Der Anschluss der gefundenen an die berechneten Zahlen gestaltet sich ferner bei Benutzung der Mitscherlichschen Gleichungen im einzelnen bald etwas besser, bald etwas schlechter, im ganzen aber etwas günstiger, wofür

als Beweis die Summen der Vielfachen der wahrscheinlichen Schwankungen (letzte Spalte der Tabelle 6) anzuführen genügt.

	Mitscherlich		Breslau	
	Summen der Vielfachen mit dem Vorzeichen			
	+	—	+	—
Reihe A . .	13.5	18.3	19.1	16.1
„ B . .	14.3	4.6	14.1	13.8
„ C . .	10.9	13.0	12.2	16.8

Der Grund für diese Tatsache ist in der leichteren Anpassungsfähigkeit einer beschränkten Zahl von Beobachtungen an eine Kurve zu suchen.

Mitscherlich ist zu den seinen Standpunkt hinsichtlich des Gleichbleibens der Wirkungswerte eines Nährstoffs vertretenden Gleichungen, wie man sieht, dadurch gekommen, dass er die Höchsterträge bei denjenigen Versuchen (a), bei denen die betreffenden Stickstoffmengen von Anfang an den Pflanzen voll zur Verfügung gestanden haben, also bis 0.8 g pro Gefäss, höher als bei denjenigen (b) angenommen hat, denen die höheren N-Gaben in Form der Kopfdüngung zugeführt worden sind.[1]) Hätten wir das bei a eingeschlagene Verfahren auch bei b befolgt, so wäre allerdings wahrscheinlich eine Pflanzenschädigung, ein Sinken des Höchstertrages, eingetreten, aber man muss mit Mitscherlich anerkennen, dass unter derartigen Umständen die Gesetzmässigkeit ihre Gültigkeit verlieren muss. Eine Kopfdüngung kann andererseits dazu führen, dass unmittelbar vor ihrer Verabfolgung die Pflanzen einen gewissen Mangel an dem betreffenden Nährstoff ausgesetzt sind und dies durch einen geringeren Höchstertrag zu erkennen geben. Soweit wäre demnach alles in Ordnung.

Wir haben uns indessen die weitere Frage vorgelegt, welche Erträge zu erwarten gewesen wären, falls wir von beiden Arten der Stickstoffanwendung in je zwei besonderen Reihen einheitlich Gebrauch gemacht hätten, wobei wir von der Annahme auszugehen haben, dass die Pflanzen eine mit der Grunddüngung verabfolgte h o h e Stickstoffgabe ohne gänzliches Versagen ihres Wachstums vertragen sollen. Die Antwort hierauf vermögen wir, sofern wir die Mitscherlichschen Ausführungen als richtig anerkennen, mit dessen Gleichungen

[1]) Vergleiche hierzu auch die neueste Veröffentlichung Mitscherlichs, Journal für Landwirtschaft Bd. 66, 1918, S. 187.

zu finden. Man gelangt auf diesem Wege bei den als Beispiel herangezogenen beiden ersten Versuchsreihen zu folgenden Ergebnissen:

N-Gabe g	Gefunden bei N nur mit Grunddüngung		Berechnet bei N auch als Kopfdüngung (b)	
	Reihe A	Reihe B	Reihe A	Reihe B
0.2	32.8	32.7	43.3	44.3
0.4	56.1	55.8	73.0	75.6
0.6	89.8	82.0	97.7	101.6
0.8	109.7	104.0	118.3	123.1
	Gefunden bei N auch als Kopfdüngung		Berechnet bei N nur mit Grunddüngung (a)	
1.8	181.4	159.6	172.9	140.7
2.1	189.5	169.4	185.5	150.9
2.4	197.4	173.7	196.7	159.1
2.7	199.9	177.1	204.0	165.8
3.0	209.0	182.5	210.7	171.3
4.5	226.1	184.0	238.5	193.8

Die teilweise Verabfolgung des Stickstoffs als Kopfdüngung soll zu einem geringeren Höchstertrage infolge eines vorübergehenden N-Mangels führen können; trotzdem hätten die nach Mitscherlich zu erwartenden Werte, wie man sieht, bei den Gaben 0.2—0.8 g N beträchtlich höher ausfallen müssen, als sie in Wirklichkeit gefunden worden sind. Ausserdem müssten in der zweiten Reihe bei beschränkter Wassergabe etwas höhere Erträge als bei voller Wassergabe als richtig anzuerkennen sein. Diese Widersprüche und irrtümlichen Folgerungen vermögen u. E. nicht zur Stütze der Mitscherlichschen Erklärung zu dienen.

Wie ist es ferner zu verstehen, dass die höheren N-Gaben (1.8—4.5 g) bei voller Anwendung mit der Grunddüngung zunächst im Mitscherlichschen Sinne zu einer Ertragsverminderung den gefundenen Werten (teilweise Kopfdüngung) gegenüber führen, während schliesslich die Wirkung ins Gegenteil umschlägt?

Wir machen endlich darauf aufmerksam, dass Mitscherlich selbst für vier ältere in Breslau ausgeführte Versuchsreihen, in denen ebenfalls steigende N-Gaben bei verschiedenartiger Gestaltung der Wasserzufuhr verabfolgt worden sind, logarithmische Gleichungen berechnet[1]) hat, die ein der ab-

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 77, 1912, S. 423.

nehmenden Wassergabe folgendes Steigen des Wirkungsfaktors von 0.12—0.25 aufweisen. Die Verteilung des Stickstoffs auf Grund- und Kopfdüngung hat damals allerdings in ähnlicher Weise wie bei den vorliegenden Versuchen stattgefunden und kann daher nicht unbeanstandet gelassen werden. Der von uns gemachte Versuch, in der oben besprochenen Art eine Zerlegung der Reihen in je 2 Abschnitte vorzunehmen, um hierdurch wieder im Sinne MITSCHERLICHS zu gleichen Wirkungswerten zu gelangen, hat jedoch zum Teil ganz unmögliche Ergebnisse geliefert und bedarf daher keiner näheren Erörterung.

Welche Ursache lässt sich nun etwa dafür anführen, dass der Wirkungswert des Stickstoffs mit abnehmenden Wassergaben verhältnismässig[1]) steigt? Wenn man die gleiche Menge einer Nährlösung den Pflanzen in der einfachen bzw. der doppelten Sandmenge darbietet, werden sicherlich Ertragsunterschiede in der Richtung eintreten, dass das kleinere Bodenvolumen infolge seines verhältnismässig grösseren Gehaltes an Wasser und Nährstoffen die höhere Produktion ergibt, oder anders ausgedrückt, die „Verdünnung" der Nährlösung mit Sand wirkt ungünstig, weil die Pflanzenwurzeln das Wasser und die Nährstoffe sich gleichsam suchen müssen. Man könnte hiergegen den Einwand erheben, wir selbst hätten ja den Nachweis erbracht,[2]) dass ein erheblicher Zusatz von Steinen zu einer bestimmten Menge Lehmboden beim Anbau von Hafer bzw. Möhren keine nachweisbare Ertragsverminderung verursacht habe. Bei einer Vermehrung der Sandmenge liegen jedoch die Verhältnisse unserer Ansicht nach wesentlich anders, indem hier Wasser und Nährstoffe auf eine grössere Bodenmenge verteilt werden, während die Kieselsteine nichts aufzunehmen vermögen, und der dazwischenlagernde Lehmboden stets gleichmässig mit Nährlösung voll gesättigt bleibt. Wir glauben daher an dem gebrauchten Vergleich festhalten und daraus die Schlussfolgerung ableiten zu können, dass die Verdünnung der Nitratlösung mit Wasser (volle Wassergabe) den Wirkungswert des Stickstoffs herabsetzt, während der Wasser-

[1]) Das Wort „verhältnismässig", das eigentlich eine contradictio in adjecto bedeutet, ist lediglich zur Verhütung des etwaigen Missverständnisses gebraucht worden, als könne die Stickstoffwirkung bei mässiger Wassergabe absolut steigen.

[2]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 93, 1919, S. 49 und folgender Band (noch nicht erschienen).

zusatz selbst natürlich zu einer Ertragsteigerung Veranlassung gibt; eine Verminderung der Wassergabe muss dann selbstverständlich in beiden Richtungen umgekehrt zur Geltung gelangen.

Es liegt auf der Hand, dass vorstehende Erklärung noch nicht als völlig sicher bezeichnet werden kann und solange dies nicht der Fall ist, vermögen wir auch noch keine abschliessende Entscheidung über die Frage zu treffen, ob der Wirkungswert des Stickstoffs unter dem Einflusse verschieden grosser Wassergaben eine wechselnde Höhe erreicht, oder ob er im Sinne Mitscherlichs stets der gleiche bleibt. Wir werden im nächsten Jahre auf Grund der bisherigen Erfahrungen neue Versuche anstellen und hoffen dann volle Klarheit schaffen zu können.

b) Phosphorsäure-Versuche.

Tabelle 7 und Abb. 2 geben Aufschluss über die Ergebnisse der vorgenommenen Berechnungen.

(Siehe die Tabelle 7 auf S. 34.)

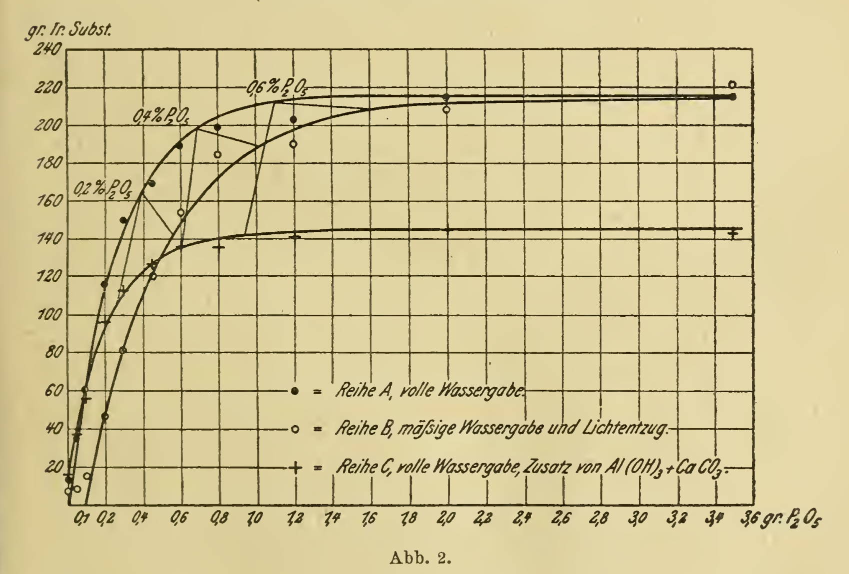


Abb. 2.

Man sieht sofort, dass der Anschluss zwischen den gefundenen und berechneten Werten auch hier keineswegs ein

Tabelle 7.

x	Gefunden	Berechnet	Abweichung	Vielfaches der wahrscheinlichen Schwankung
A. Volle Wassergabe: log (215 — y) = 2.3434 — 1.25 · x.				
0.0	13.7 ± 0.16	(— 4.5)	(— 18.2)	(— 113.7)
0.05	35.7 ± 0.71	32.6	— 3.1	— 4.4
0.1	60.9 ± 0.71	64.2	+ 3.3	+ 4.6
0.2	116.6 ± 1.98	111.9	— 4.7	— 2.4
0.3	150.4 ± 1.23	144.5	— 5.9	— 4.8
0.45	168.8 ± 2.13	175.1	+ 6.3	+ 3.0
0.6	189.0 ± 1.34	192.4	+ 3.4	+ 2.5
0.8	198.7 ± 2.26	204.4	+ 5.7	+ 2.5
1.2	203.1 ± 4.66	212.7	+ 9.6	+ 2.5
2.0	215.7 ± 1.57	214.9	— 0.8	— 0.5
3.5	215.2 ± 1.90	215.0	— 0.2	— 0.1
B. Mässige Wassergabe und Lichtentzug: log (145 — y) = 2.1180 — 2.0 · x.				
0.0	16.0 ± 0.66	13.8	— 2.2	— 3.3
0.05	38.8 ± 0.79	40.8	+ 2.0	+ 2.5
0.1	55.7 ± 1.46	62.2	+ 6.5	+ 4.4
0.2	96.3 ± 0.78	92.8	— 3.5	— 4.4
0.3	112.5 ± 2.42	112.0	— 0.5	— 0.2
0.45	126.3 ± 0.87	128.5	+ 2.2	+ 2.5
0.6	136.5 ± 1.24	136.7	+ 0.2	+ 0.2
0.8	135.7 ± 4.12	141.7	+ 6.0	+ 1.5
1.2	140.8 ± 3.18	144.5	+ 3.7	+ 1.2
2.0	144.5 ± 2.75	145.0	+ 0.5	+ 0.2
3.5	143.4 ± 1.49	145.0	+ 1.6	+ 1.1
C. Volle Wassergabe, Zusatz von $Al(OH)_3 + CaCO_3$: log (215 — y) = 2.4268 — 1.0 · x.				
0.0	6.6 ± 0.59	(— 52.2)	—	—
0.05	8.3 ± 0.38	(— 23.1)	—	—
0.1	15.7 ± 1.20	(— 2.2)	—	—
0.2	46.6 ± 0.66	46.4	— 0.2	— 0.3
0.3	81.1 ± 1.18	81.1	± 0.0	± 0.0
0.45	120.1 ± 2.45	120.2	+ 0.1	+ 0.1
0.6	154.4 ± 1.88	147.9	— 6.5	— 3.5
0.8	184.3 ± 3.32	172.7	— 11.6	— 3.5
1.2	189.6 ± 2.42	198.1	+ 8.5	+ 3.5
2.0	208.6 ± 3.60	212.3	+ 3.7	+ 1.1
3.5	221.4 ± 7.34	214.9	— 6.5	— 0.9

vollkommen befriedigender ist, und wenn wir die dritte Reihe wegen der bei ihr obwaltenden besonderen Versuchsbedingungen vorläufig unberücksichtigt lassen, so fällt besonders auf, dass bei der vollen Wassergabe der Ertrag der ohne P_2O_5 belassenen Gefässe ganz aussergewöhnlich stark herabgesetzt werden musste, um einen sonst leidlich guten Ausgleich zu ermöglichen. Das ist selbstverständlich ein Übelstand, der um so schwerer in die Wagschale fällt, als bei der mässigen Wassergabe von einem höheren Anfangsertrage ausgegangen werden musste, der auch noch bei der niedrigsten P_2O_5-Gabe rechnungsmässig zu einem höheren Ertrage als in der A-Reihe führt. Man könnte einwenden, dass dieses Missverhältnis durch Gleichsetzung des Wirkungsfaktors behoben zu werden vermöchte. Eine derartige Massregel würde aber nur einen teilweisen Erfolg in gedachter Beziehung aufzuweisen haben und ausserdem einen schlechteren Anschluss, namentlich zwischen B 0.1 und 0.2 ergeben. Wir glauben daher, die aufgestellten Gleichungen rechtfertigen zu können und wollen nur ausdrücklich betonen, dass sie zu einer Zeit berechnet worden sind, in der uns die Frage über den Einfluss der Wassergabe auf die Gestaltung der Wirkungswerte noch gar nicht beschäftigt hat. Unsere Ergebnisse scheinen in dieser Beziehung für eine Wirkung, wie sie beim Stickstoff gefunden wurde, zu sprechen, doch soll hierauf kein besonderes Gewicht gelegt werden, weil ein Ausgleich im Sinne Mitscherlichs nicht als vollständig unmöglich bezeichnet werden kann.

Die dritte Reihe bot, wie nicht anders zu erwarten war, für die Aufstellung logarithmischer Gleichungen gewisse Schwierigkeiten, weil durch Zusatz von $Al(OH)_3$ und $CaCO_3$ eine Bindung der Phosphorsäure stattfinden und sich nach dem Massenwirkungsgesetze ganz besonders stark bei den niedrigen P_2O_5-Gaben bemerkbar machen musste. Es erinnert dies an Beobachtungen, die B. Tacke[1]) unter Verwendung von Gefässversuchen mit Hochmoorboden veröffentlicht hat. Die betreffenden Hafererträge stellten sich nämlich wie folgt:

(Siehe die tabellarische Zusammenstellung auf S. 36 oben.)

Die Phosphorsäure ist, wie Tacke erklärend bemerkt, durch kolloidale Bindung zunächst in ihrer Wirkung aus-

[1]) Protokoll der 41. Sitzung der Zentral-Moor-Kommission, 1898, S. 42.

geschaltet worden; erst wenn die Fähigkeit des Bodens zur Festlegung der P_2O_5 erschöpft ist, tritt eine kräftige Ertragssteigerung ein.

Düngung P_2O_5 g	Ertrag Trockensubstanz g	P_2O_5 g	Mehrertrag Trockensubstanz g
—	8.98	0.011	—
0.25	9.23	0.015	0.25
0.5	18.50	0.025	9.52
1.0	79.17	0.243	70.19

Wir sind der erwähnten Schwierigkeiten dadurch Herr geworden, dass wir die Konstante k der Gleichung sehr hoch (2.4268) gewählt haben, was dann aber zur Folge haben musste, dass die drei ersten berechneten Werte mit dem Minusvorzeichen aus dem Rahmen der übrigen vollständig herausfallen. Ein anderer Weg der Berechnung dürfte daher vielleicht vorzuziehen sein. Wir machen dabei, unter Ausschaltung der beiden ersten Versuche, die Annahme, dass die Reihe von der 0.1 g P_2O_5 enthaltenden Sandmenge ausgegangen sei, und bezeichnen dies mit x_0; dann sind natürlich auch die folgenden P_2O_5-Gaben stets um je 0.1 g zu kürzen, und man gelangt auf diese Weise zu nachstehenden Ergebnissen:

Tabelle 8.

$$\log (215 - y) = 2.3075 - 1.0 \cdot x.$$

x korrigiert	Gefunden	Berechnet	Abweichung	Vielfaches der wahrscheinlichen Schwankung
0.0	15.7 ± 1.20	12.0	— 3.7	— 3.1
0.1	46.6 ± 0.66	53.7	+ 7.1	+ 10.8
0.2	81.1 ± 1.18	87.0	+ 5.9	+ 5.0
0.35	120.1 ± 2.45	124.3	+ 4.2	+ 1.8
0.5	154.4 ± 1.88	150.8	— 3.6	— 2.0
0.7	184.3 ± 3.32	174.5	— 9.8	— 3.0
1.1	189.6 ± 2.42	198.9	+ 9.3	+ 3.8
1.9	208.6 ± 3.60	212.4	+ 3.8	+ 1.1
3.4	221.4 ± 7.34	214.9	— 6.5	— 0.9

Die im Verhältnis zur wahrscheinlichen Schwankung unzulässig hohen Abweichungen bei 0.1 und 0.2 g P_2O_5 (kor-

rigiert) lassen sich in ungezwungener Weise auf die Vorgänge zurückführen, die zur Ausschaltung der ersten beiden Versuche Veranlassung gegeben haben, da die gefundenen niedriger als die berechneten Werte ausgefallen sind, während allerdings bei x_0 (korrigiert) umgekehrt der ganzen Kurve zu Liebe ein niedrigerer Wert eingesetzt werden musste. Man erkennt somit, dass die logarithmische Gleichung auch unter Bedingungen eine berechtigte Anwendung finden kann, bei denen auf den ersten Blick, wie dies bei den Beobachtungen von Tacke der Fall ist, die Ertragssteigerung eine ganz andere Gestalt annimmt; es ist dann eben nur eine Verlegung des Nullpunktes der Kurve in der bei unserer Versuchsreihe vorgenommenen Art erforderlich.

Die beiden für die C-Reihe aufgestellten Gleichungen enthalten das gleiche A (215) und das gleiche c (1.0) und unterscheiden sich deshalb im Hinblick auf die im dritten Abschnitt anzustellenden Erörterungen in keiner Weise.

c) Kali-Versuche.

Die unerklärlichen Widersprüche, auf die wir bei der Besprechung der Kaliausnutzung gestossen sind, müssen höchstwahrscheinlich die Gestaltung der Ernteerträge beeinflusst haben, und somit war vorauszusehen, dass auch bei der Berechnung der Ertragskurven Schwierigkeiten erwachsen würden. Dies ist am wenigsten bei der zweiten Reihe (mässige Wassergabe, K_2SO_4) der Fall gewesen, für die nach Ausweis nachstehender Tabelle die aufgestellte Gleichung einen befriedigenden Anschluss zwischen den gefundenen und berechneten Werten ergeben hat.

(Siehe die Tabelle 9 auf S. 38.)

Wesentlich anders ist die Sachlage jedoch bei den anderen zwei Reihen zu beurteilen. Wir glauben den unmittelbar erreichbaren bestmöglichen Anschluss durch die in Tabelle 9 benutzten Gleichungen ungefähr — kleine Verbesserungen in dieser oder jener Richtung sind vielleicht nicht ausgeschlossen — erzielt zu haben; einerseits besitzen aber die sich zeigenden Abweichungen mehrfach eine recht bedenkliche Höhe, und andererseits liegen die gefundenen Werte in der ersten Hälfte der Einzelversuche beider Reihen, mit einer Ausnahme, unter

Tabelle 9.

x	Gefunden	Berechnet	Abweichung	Vielfaches der wahrscheinlichen Schwankung
A. Volle Wassergabe; K_2SO_4: log (181 — y) = 2.2430 — 0.280 · x.				
0.0	6.1 ± 0.84	6.0	— 0.1	— 0.1
0.1	15.4 ± 0.41	16.9	+ 1.5	+ 3.7
0.2	24.2 ± 0.11	27.2	+ 3.0	+ 27.3
0.4	38.0 ± 1.71	45.8	+ 7.8	+ 4.6
0.6	55.0 ± 0.71	62.1	+ 7.1	+ 10.0
0.9	68.4 ± 1.24	83.0	+ 14.6	+ 11.7
1.2	104.3 ± 1.95	100.3	— 4.0	— 2.1
1.5	114.9 ± 2.17	114.5	— 0.4	— 0.2
2.0	149.9 ± 1.67	132.8	— 17.1	— 10.2
3.0	163.4 ± 5.14	155.7	— 7.7	— 1.5
4.5	178.6 ± 2.94	171.4	— 7.2	— 2.4
B. Mässige Wassergabe; K_2SO_4: log (135 — y) = 2.1139 — 0.306 · x.				
0.0	2.0 ± 0.56	5.0	+ 3.0	+ 4.5
0.1	15.0 ± 0.31	13.8	— 1.2	— 3.9
0.2	23.9 ± 0.55	22.1	— 1.8	— 3.3
0.4	35 6 ± 0.71	36.9	+ 1.3	+ 1.8
0.6	49.1 ± 2.29	49.8	+ 0.7	+ 0.3
0.9	63.6 ± 1.44	66.0	+ 2.4	+ 1.7
1.2	74.4 ± 2.62	79.2	+ 4.8	+ 1.8
1.5	89.3 ± 1.90	89.8	+ 0.5	+ 0.3
2.0	101.7 ± 1.96	103.2	+ 1.5	+ 0.8
3.0	122.8 ± 1.62	119.3	— 3.5	— 2.2
4.5	134.7 ± 3.71	129.5	— 5.2	— 1.4
C. Volle Wassergabe; Permutit: log (181 — y) = 2.2430 — 0.484 · x.				
0.0	6.1 ± 0.84	6.0	+ 0.1	+ 0.1
0.0951	20.2 ± 0.74	23.6	+ 3.4	+ 4.6
0.1902	31.0 ± 0.56	39.4	+ 8.4	+ 15.0
0.3804	59.5 ± 1.11	66.4	+ 6.9	+ 6.2
0.5706	81.5 ± 1.93	88.3	+ 6.8	+ 3.1
0.8559	128.0 ± 1.42	113.6	— 14.4	— 10.1
1.1412	148.6 ± 2.76	131.9	— 16.7	— 6.0
1.4265	150.0 ± 4.03	145.3	— 4.7	— 1.2
1.902	168.8 ± 1.13	160.0	— 8.8	— 7.8
2.853	179.5 ± 4.11	173.7	— 5.8	— 1.4
4.279	174.8 ± 2.91	179.5	+ 4.7	+ 1.6

den berechneten, um dann umgekehrt diese zu überschreiten. Ebenso zeigte sich bei der Berechnung des Proportionalitätsfaktors c aus den Einzelbeobachtungen ein, wenn auch nicht regelmässiges, Ansteigen dieser Konstante.[1]) Die beiden zuletzt erwähnten Tatsachen legen die Einführung einer Potenz für x nahe, durch welche die unter 1.0 liegenden Kaligaben eine Verminderung, die darüber liegenden dagegen eine Erhöhung erfahren und ein gewisser Ausgleich in der gewünschten Richtung erzielt werden muss. Es darf indessen nicht verschwiegen werden, dass diese Massnahme im vorliegenden Falle einer stichhaltigen Begründung entbehrt, da es nach wie vor unverständlich bleibt, warum bei voller Wassergabe die niedrigen Kaliumsulfatgaben reichlich niedrige, die höheren dagegen reichlich hohe Erträge geliefert haben, und beim Permutit wäre sogar infolge seiner adsorptionskräftigen Eigenschaften eher das umgekehrte Verhältnis zu erwarten gewesen. Wenn wir trotzdem zur Erzielung eines etwas besseren Anschlusses von der Einführung einer Potenz in Tabelle 10 und auch bei der graphischen Darstellung in Abb. 3 Gebrauch machen, so geben wir rückhaltslos zu, dass es sich dabei um eine Art Verlegenheitsaushilfe handelt.

(Siehe die Tabelle 10 auf S. 40.)

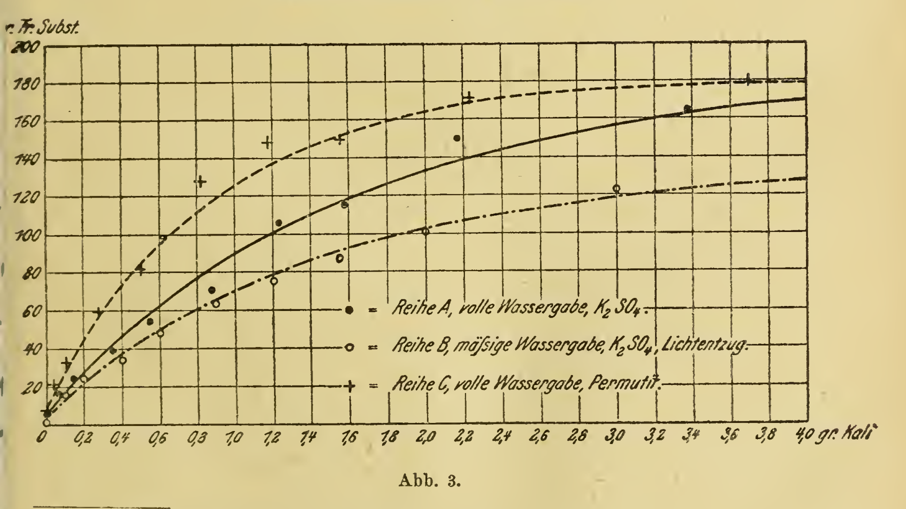


Abb. 3.

---

[1]) Vgl. Pfeiffer, Der Vegetationsversuch, S. 270.

Tabelle 10.

x korrigiert	Gefunden	Berechnet	Abweichung	Vielfaches der wahrscheinlichen Schwankung
A. K_2SO_4: $\log(181 - y) = 2.2430 - 0.28 \cdot x^{10/9}$.				
—	6.1 ± 0.84	6.0	— 0.1	— 0.1
0.0774	15.4 ± 0.41	14.6	— 0.8	— 2.0
0.1672	24.2 ± 0.11	23.9	— 0.3	— 2.8
0.3613	38.0 ± 1.71	42.3	+ 4.3	+ 2.5
0.5670	55.0 ± 0.71	59.6	+ 4.6	+ 6.5
0.8894	68.4 ± 1.24	82.4	+ 14.0	+ 11.3
1.225	104 3 ± 1.95	101.6	— 2.7	— 1.5
1.570	114.9 ± 2.17	117.4	+ 2.5	+ 1.2
2.160	149.9 ± 1.67	137.5	— 12.4	— 7.5
3.389	163.4 ± 5.14	161.3	— 2.1	— 1.3
5.319	178.6 ± 2.94	175.3	— 3.3	— 0.7
C. Permutit: $\log(181 - y) = 2.2417 - 0.55 \cdot x^{5/4}$.				
—	6.1 ± 0.84	6.5	+ 0.4	+ 0.5
0.0528	20.2 ± 0.74	17.8	— 2.4	— 3.3
0.1256	31.0 ± 0.56	32.2	+ 1.2	+ 2.2
0.2988	59.5 ± 1.11	61.5	+ 2.0	+ 1.8
0.4961	81.5 ± 1.93	87.9	+ 6.4	+ 3.4
0.8233	128.0 ± 1.42	119.5	— 8.5	— 5.9
1.180	148.6 ± 2.76	141.9	— 6.7	— 2.5
1.559	150.0 ± 4.03	156.8	+ 6.8	+ 1.7
2.234	168.8 ± 1.13	170.7	+ 1.9	+ 1.7
3.708	179.5 ± 4.11	179.4	— 0.1	— 0.1
6.153	174.8 ± 2.91	180.9	+ 6.1	+ 2.1

Die gefundenen und berechneten Werte weichen auch noch ziemlich bedeutend voneinander ab, ein gewisser Ausgleich ist jedoch immerhin, namentlich bei der Permutitreihe, erreicht worden.

Der höhere Wirkungswert, den der Permutit nach beiden Gleichungen aufweist, ist besonders bemerkenswert, denn dem Faktor c beim K_2SO_4 in Höhe von 0.280 steht ein solcher von 0.484 bzw. 0.550 gegenüber. Da die sonstigen Versuchsbedingungen in beiden Reihen vollständig gleich gestaltet waren, so wäre auf eine Schädigung des Pflanzenwuchses durch das nicht adsorbierte Kali zu schliessen, falls die Ergebnisse gerade der ersten Reihe nicht unter den besprochenen Bedenken zu leiden hätten.

Von dem etwas höheren Wirkungswerte des Kalis bei der mässigen Wassergabe gilt das Gleiche, wie solches bei den Phosphorsäureversuchen erwähnt wurde.

Die gelegentlich etwas unregelmässige Gestaltung des prozentischen Kaligehaltes der Trockensubstanz findet, worauf bereits andeutungsweise hingewiesen wurde, in den aufgestellten Ertragskurven ihre Erklärung, was nur kurz an einem Beispiel erläutert werden soll. In der ersten Reihe hat die Düngung mit 0.9 bzw. 1.2 g K_2O (vgl. Tabelle 4) den gleichen Kaligehalt von 0.619 % geliefert, und der Ertrag ist bei 0.9 g nach der logarithmischen Gleichung zu niedrig ausgefallen; es wäre also eine höhere Trockensubstanzmenge mit einem entsprechend geringeren prozentischen Kaligehalte zu erwarten gewesen.

III. Beziehungen zwischen dem Nährstoffgehalte der Pflanzen und der Ertragssteigerung.

Die Hauptaufgabe der vorliegenden Versuche tritt erst jetzt mit der Beantwortung der Frage an uns heran, ob aus dem prozentischen Nährstoffgehalte einer Pflanze bestimmte Rückschlüsse auf die bei weiterer Zufuhr des fehlenden Nährstoffs zu erwartende Ertragssteigerung abgeleitet werden können?

Fassen wir in dieser Beziehung zunächst wieder die Ergebnisse der Stickstoffversuche etwas näher ins Auge, um an ihrer Hand die allgemeine Sachlage bzw. den zu beschreitenden Weg zu erörtern.

Trägt man die gefundenen Zahlen für den prozentischen Stickstoffgehalt auf die x-Achsen, die gefundenen Erträge auf die y-Achsen eines Koordinatensystems ein, so werden drei Kurven erhalten, für die das Bestehen bestimmter Gesetzmässigkeiten erwartet werden kann. Unsere Hoffnung, für die drei Kurven einfache, ähnlich lautende Gleichungen aufstellen zu können, erwies sich jedoch als trügerisch. Es gelingt allerdings für den grössten Teil des einen oder anderen Kurvenastes Gleichungen aufzufinden, die zu gut anschliessenden Kurven führen, weitergehende Schlussfolgerungen lassen sich indessen hieraus nicht ziehen. Als Beispiel für die in dieser Richtung gewonnenen Ergebnisse möge die dritte Reihe dienen.

Tabelle 11.

Nach Gleichung: $(206 - y) \cdot (x - 0.2) = 53.1$.

Trockensubstanz		Stickstoff	
gefunden (y) g	aus den gefundenen Prozentzahlen berechnet g	gefunden (x) %	aus den gefundenen Trockensubstanzzahlen berechnet %
6.6 ± 0.24	44.4	0.5284	0.4663
30.6 ± 0.76	36.4	0.5130	0.5027
54.0 ± 0.96	54.9	0.5515	0.5493
82.6 ± 0.96	79.4	0.6195	0.6303
98.9 ± 1.32	94.0	0.6738	0.6958
151.6 ± 1.39	138.7	0.9887	1.1761
150.4 ± 1.28	152.8	1.1982	1.1550
156.8 ± 1.91	156.7	1.2775	1.2793
156.1 ± 4 23	159.3	1.3364	1.2641
166.4 ± 1.97	166.0	1.5255	1.5409
(189.6 ± 4.50)	(170.9)	(1.7157)	(3.0378)

Einzelne der sich zeigenden Unregelmässigkeiten sind leicht verständlich, wenn man z. B. daran denkt, dass die ohne Stickstoffdüngung erzeugten „Hungerpflanzen" einen etwas höheren prozentischen Gehalt an N aufweisen, dem dann selbstverständlich nach der benutzten Gleichung rechnerisch ein zu hoher Trockensubstanzertrag entsprechen muss. Die übrigens im allgemeinen befriedigende Übereinstimmung führt aber, wie gesagt, in der gewünschten Richtung zu keinem brauchbaren Ergebnisse.

Wir haben deshalb auf einem anderen Wege die unzweifelhaft bestehenden inneren Beziehungen der drei Kurven festzustellen versucht und sind hierbei von den drei im zweiten Abschnitt besprochenen logarithmischen Gleichungen ausgegangen, die lauten:

$$\text{A.} \quad \log(245 - y) = 2.3784 - 0.295 \cdot x,$$
$$\text{B.} \quad \log(192 - y) = 2.2742 - 0.395 \cdot x,$$
$$\text{C.} \quad \log(175 - y) = 2.2279 - 0.405 \cdot x.$$

Es zeigte sich nun für die Punkte der drei Kurven, bei denen die Steigung dividiert durch den jeweils erzielten Ertrag zu denselben Werten führt, dass die in Frage kommenden Erträge den gleichen Prozentgehalt an N aufweisen. Da die Steigung einer Kurve durch ihren Differentialquotienten

$\left[\frac{c\,(A - y)}{m}\right]$ gemessen wird, so ergeben sich die folgenden Beziehungen:[1]

$$\frac{\text{Differentialquotient}}{y}\ (\text{Subtangente}) =$$

$$\frac{c\,(A - y)}{m \cdot y} = \frac{0.295\,(245 - y_1)}{m \cdot y_1} = \frac{0.395\,(192 - y_2)}{m \cdot y_2} = \frac{0.405\,(175 - y_3)}{m \cdot y_3}$$

oder vereinfacht:[2] $\frac{0.295\,(245 - y_1)}{y_1} = \frac{0.395\,(192 - y_2)}{y_2} = \frac{0.405\,(175 - y_3)}{y_3}$.

Aus diesen Beziehungen ergibt sich, wenn man für y_1 die nachstehenden Werte einsetzt:

Tabelle 12.

$y_1 =$	40	100	160	180	200	220	235
$y_2 =$	39	92	137	151	164	177	186
$y_3 =$	37	85	126	138	150	162	170

Werden die tatsächlich festgestellten Werte für die Stickstoff-Prozentzahlen in ein Koordinatensystem eingezeichnet und nun versucht, diesen die obigen Verhältniszahlen möglichst anzupassen, so ergeben sich drei Kurven, die nach Ausweis der Abb. 4 zum mindesten innerhalb der Grenzen von 0.7 bzw. 0.8 bis 2.0 % N, soweit dies überhaupt erwartet werden kann, einen befriedigenden Anschluss zu erkennen geben. Der erste Abschnitt der drei Kurven fällt fast vollständig zusammen, hier sind die Abweichungen der gefundenen Werte grösser, und deshalb sind in obiger Zusammenstellung (Tabelle 12) die ersten beiden Zahlenreihen durch Umrahmung mit einer punktierten Linie als zunächst nicht berücksichtigungswert gekennzeichnet worden. Es sei ferner nochmals bemerkt, dass die drei Kurven auf dem Wege des Ausprobierens festgestellt worden sind.

(Siehe Abbildung 4 auf S. 44.)

Auf Grund der Zahlenangaben in Tabelle 12 lässt sich ferner zeigen, dass die erhaltenen Erträge (y) sowohl als auch die überhaupt noch möglichen Mehrerträge (A — y) bei steigendem Prozentgehalt an N, und zwar wieder etwa von 0.7 % an,

---

[1]) In nachstehenden Formeln bedeutet bekanntlich A den Höchstertrag, c den Proportionalitätsfaktor, während y_1, y_2, y_3 einander entsprechende Punkte der mit A, B und C bezeichneten Gleichungen sind.

[2]) Der Modul (m = 0.43429) kann, da überall gleich, natürlich fortfallen.

annähernd proportional steigen. Es müssen für diesen Zweck die Verhältniszahlen berechnet werden, die sich wie folgt gestalten:

Tabelle 13.

	y_1	160	180	200	220	235	Mittel
Verhältniszahlen für	y_1 . .	100	100	100	100	100	100
	y_2 . .	86	83	87	80	79	82
	y_3 . .	79	75	75	74	72	75

	$A - y_1$	85	65	45	25	10	Mittel
Verhältniszahlen für	$A - y_1$.	100	100	100	100	100	100
	$A - y_2$.	65	64	62	60	60	62
	$A - y_3$.	57	57	55	54	53	55

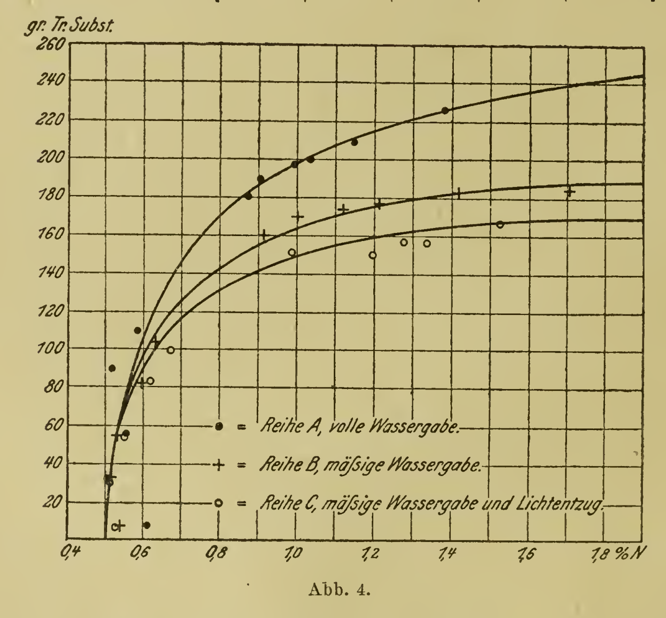


Abb. 4.

Die Tendenz der Zahlen, in einer Richtung, wenn auch nur wenig, zu fallen, deutet darauf hin, dass auch hier eine kompliziertere — wahrscheinlich logarithmische — Funktion Geltung hat, während ein Blick in Abb. 1 erkennen lässt, dass der prozentische N-Gehalt der Trockensubstanz annähernd proportional den steigenden N-Gaben zunimmt, so dass im vorliegenden Falle ein gradliniger Ausgleich völlig genügend ist.

Falls der Proportionalitätsfaktor eines Nährstoffs dem im zweiten Abschnitte besprochenen MITSCHERLICHschen Standpunkte entsprechend unter wechselnden Bedingungen der gleiche bleibt, müssen übrigens beim Bestehen der von uns festgestellten Gesetzmässigkeit die Erträge und Mehrerträge, wie sich leicht zeigen lässt und nur beiläufig bemerkt sei, vollständig proportional steigen.

Es braucht kaum besonders erwähnt zu werden, dass die besprochenen Beziehungen, für die wir nur einen mathematischen Ausdruck gefunden haben, mit bekannten Erfahrungssätzen im Einklang stehen. Liefern zwei Feldstücke, die mit K_2O und P_2O_5 ausreichend gedüngt sind, für eine N-Zufuhr sich indessen noch dankbar erwiesen haben würden, Ernten mit dem gleichen prozentischen Stickstoffgehalte, sind aber bei A die Witterungsverhältnisse günstiger gewesen als bei B, so steht zu erwarten, dass der Ertrag bei B niedriger ausgefallen ist (y_2 niedriger als y_1); eine Stickstoff-Düngung würde dann weiter bei B voraussichtlich einen geringeren Mehrertrag zu verzeichnen gehabt haben ($A - y_2$ niedriger als $A - y_1$).

In welcher Weise kann man nun die aufgestellte Gesetzmässigkeit zur Vorausbestimmung des von einer Stickstoffdüngung zu erwartenden Mehrertrages beim Vorliegen einer Ertragsziffer unbekannten Ursprungs und des darin ermittelten prozentischen N-Gehaltes verwerten? Wir wollen zur Verhütung zu weitgehender Erwartungen ausdrücklich betonen, dass die folgenden Darlegungen vorläufig nur für Gefässversuche bei Sandkulturen Gültigkeit beanspruchen können, weil u. a. der Stickstoffvorrat im natürlichen Ackerboden die Gestaltung des prozentischen N-Gehaltes der Pflanzen offenbar anders beeinflusst; hierauf wird bei Besprechung der praktischen Ausnutzung des Verfahrens zurückzukommen sein.

Nehmen wir an, dass in unseren Gefässen unter beliebigen Bedingungen ein Ertrag von 141.0 g Hafer-Trockensubstanz (y) mit 0.8 % N gefunden worden sei. Die beiden Zahlen sind so gewählt, dass sie in eine der drei Kurven der Abb. 4, nämlich die mittlere, fallen. Es wird allerdings selbstverständlich vorkommen, dass der betreffende Schnittpunkt zwischen zwei Kurven liegt; dann wird man sich durch Interpolation zu helfen suchen müssen, oder es würde vielleicht auch der Aufstellung einer grösseren Zahl von Kurven bedürfen; da es sich aber für

uns nur darum handelt, einen ersten Wegweiser zu errichten, so können derartige Einzelheiten vorläufig getrost vernachlässigt werden. Die erwähnte Kurve führt zu einem Höchstertrage (A) von 192.0 g und der Proportionalitätsfaktor (c) beträgt 0.395. Sind nun aber y, A und c bekannt, so lässt sich der von einer beliebig hohen N-Düngung zu erwartende Mehrertrag nach der allgemeinen Gleichung $\log (A - y) = k - c \cdot x$ natürlich leicht berechnen, wobei man nur den gefundenen Ertrag als y_0 zu bezeichnen und k demnach $(A - y_0)$ gleichzusetzen hat. Man findet auf diese Weise, dass im vorliegenden Falle eine Zulage von 0.5 g N einen Mehrertrag von 18.6 g Trockensubstanz, eine weitere Zulage von 0.5 g N noch einen solchen von 11.9 g usw. geliefert haben würde.[1]) Denkt man sich diese Verhältnisse auf die Praxis übertragen, so wäre schliesslich auch eine Rentabilitätsrechnung auf Grundlage der einfachen Kenntnis des Ertrages eines Ackerstückes und des Nährstoffgehalts der Ernte leicht durchführbar. Wir sind indessen von diesem gewiss verlockenden Endziele, wie bereits angedeutet wurde, leider noch ziemlich weit entfernt. Bevor die hierfür sprechenden Gründe zur Erörterung gestellt werden, sollen jedoch die bei den Phosphorsäure- und Kali-Versuchen in fraglicher Richtung gefundenen Beziehungen kurz besprochen werden.

Überträgt man die bei den Stickstoff-Versuchen gefundene Gesetzmässigkeit auf die Phosphorsäure-Versuche, so ergeben sich aus den für die drei Ertragskurven aufgestellten Gleichungen

$$\text{A.}\quad \log (215 - y) = 2.3434 - 1.65 \cdot x,$$
$$\text{B.}\quad \log (145 - y) = 2.1180 - 2.0 \cdot x,$$
$$\text{C.}\quad \log (215 - y) = 2.4268 - 1.0 \cdot x$$

wieder in abgekürzter Form die folgenden Beziehungen:

$$\text{Subtangente} = \frac{1.65\ (215 - y_1)}{y_1} = \frac{2.0\ (145 - y_2)}{y_2} = \frac{1.0\ (215 - y_3)}{y_3},$$

woraus dann weiter nachstehende Zahlen sich ableiten:

y_1 =	100	140	160	180	200	210
y_2 =	74	101	113	125	137	142
y_3 =	74	114	137	163	191	207

[1]) Wer sich davon überzeugen will, dass die Rechnung theoretisch richtige Ergebnisse liefern muss, kann beliebige Beispiele einer der drei Reihen in Tabelle 4 (berechnete Werte) herausgreifen.

In gleicher Weise wie bei den N-Versuchen ist dann endlich auch hier in Abb. 5 der Kurvenverlauf mit den zugehörigen, tatsächlich gefundenen Ergebnissen eingetragen worden.

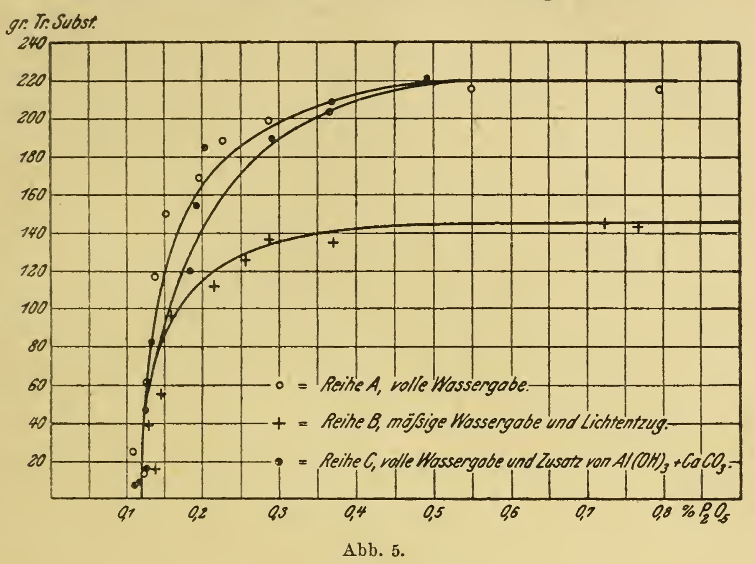


Abb. 5.

Der erreichte Anschluss ist, wie man sofort erkennt, in einzelnen Fällen ein unbefriedigender, und namentlich passt sich der gefundene Wert (184.3 g Trockensubstanz mit 0.2024 % P_2O_5) bei 0.8 g P_2O_5 in der dritten Reihe mit Zusatz von $Al(OH)_3 + CaCO_3$ der Kurve sehr schlecht an. Es ist dies aber dasjenige Versuchsergebnis, das einerseits mit einer ziemlich erheblichen wahrscheinlichen Schwankung belastet, andererseits nach den Ertragskurven-Berechnungen zu hoch ausgefallen ist und demnach mutmasslich einen zu niedrigen prozentischen P_2O_5-Gehalt aufzuweisen gehabt hat. Berücksichtigt man dies, so wird die grosse Abweichung verständlicher. Ausserdem ist zu beachten, dass in dieser Reihe infolge der durch die Zusätze bewirkten Phosphorsäureadsorption besonders schwierige Versuchsbedingungen gewählt worden sind, so dass die erzielte Anpassung an die ermittelte Gesetzmässigkeit immerhin noch als ausreichend bezeichnet werden kann.

Die Kaliversuche haben dagegen in vorstehender Richtung vollständig versagt. Aus den aufgestellten

Gleichungen, in die bei der dritten (Permutit) Reihe für c der mittlere Wert mit 0.52 eingesetzt worden ist, ergeben sich die Beziehungen:

$$\text{Subtangente} = \frac{0.280\,(181 - y_1)}{y_1} = \frac{0.306\,(135 - y_2)}{y_2} = \frac{0.52\,(181 - y_3)}{y_3}$$

und ferner:

y_1 =	40	70	90	110	130	150	170
y_2 =	32	55	70	85	99	113	127
y_3 =	62	98	117	134	149	163	175

Jeder Versuch, einen Anschluss der gefundenen Werte an die in der bisherigen Weise aus vorstehenden Zahlen ableitbaren Kurven zu erreichen, ist zum Scheitern verurteilt. Um dies ohne viele Worte möglichst einfach übersehen zu können, haben wir in Abb. 6 die gefundenen Werte und drei Kurven

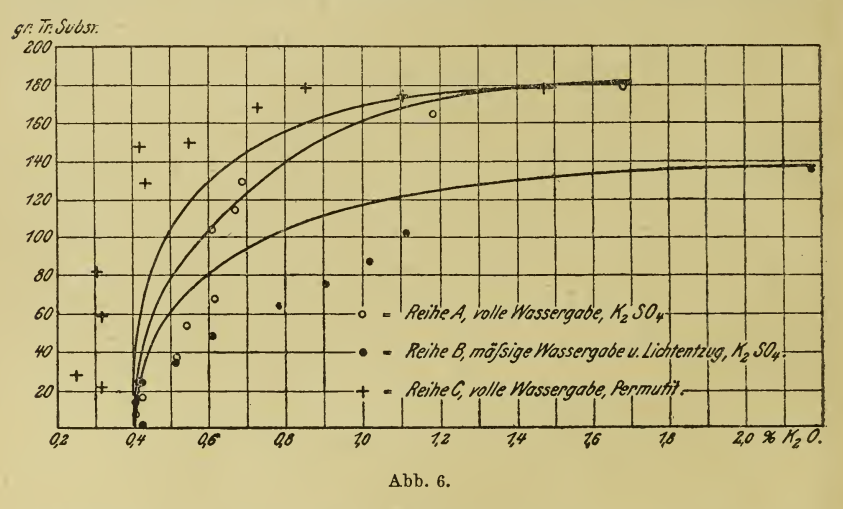


Abb. 6.

eingezeichnet, von denen die mittlere (Reihe A, volle Wassergabe) sich jenen, auch noch etwas willkürlich, aber doch annähernd anpasst, während die beiden anderen zu ihr durch obige Beziehungen festgelegt sind. Es liessen sich durch Verschieben natürlich noch andere Kurvensysteme aufstellen, die sich etwa der zweiten oder dritten Versuchsreihe besser anschmiegen, das Gesamtbild würde hierdurch aber, wie man leicht erkennt, keine wesentliche Änderung erfahren, indem die Abweichungen bald bei dieser, bald bei jener Reihe grösser bzw. kleiner werden würden.

Dieses Fehlergebnis spricht indessen keineswegs etwa gegen die in den beiden ersten Jahren für Stickstoff und Phosphorsäure gefundene Gesetzmässigkeit. Wir haben wiederholt darauf hinweisen müssen, dass die Kaliversuche unter unerklärlichen Widersprüchen zu leiden gehabt haben, und es ist zum mindesten sehr wohl möglich, dass unter anderen Verhältnissen auch hier die Trockensubstanzerträge mit dem gleichen prozentischen Gehalte an dem zu prüfenden Nährstoff annähernd die gleiche Subtangente aufzuweisen gehabt hätten. Eine abweichende Stellung kann vielleicht das gebundene Kali im Permutit einnehmen, warum aber das Kaliumsulfat sich in fraglicher Beziehung anders verhalten soll wie das Ammoniumnitrat, ist nicht einzusehen.

Wir gehen nunmehr zu einer Erörterung derjenigen Bedenken über, die sich einer unmittelbaren Übertragung der gefundenen Gesetzmässigkeit auf die Praxis entgegenstellen.

Die von uns in der Trockensubstanz des Hafers ermittelten Gehaltszahlen für die drei Nährstoffe bewegen sich innerhalb der folgenden Grenzen:

0.5096—1.7157 % N,
0.1082—0.7958 „ P_2O_5,
0.2470—2.2170 „ K_2O.

Unter Heranziehung der Ertragskurven könnte man daher zu einer ganz ähnlichen Skala gelangen, wie A. Atterberg[1]) eine solche unter der Bezeichnung „Normalzahlen zur Beurteilung des Nährstoffvorrats der Haferfrühernte“ in nachstehender Form aufgestellt hat:

	Stickstoff %	Phosphorsäure %	Kali %
Niedrigste Gehalte . .	0.68—0.87	0.14—0.25	0.31—0.75
Niedrigere „ . .	0.88—1.08	0.26—0.39	0.76—1.21
Mittlere „ . .	1.09—1.31	0.40—0.56	1.22—1.70
Höhere „ . .	1.32—1.46	0.57—0.76	1.71—2.20
Höchste „ . .	1.47—3.67	0.77—2.20	2.21—5.48

Unsere Minimalzahlen liegen beim N wahrscheinlich deswegen niedriger, weil Atterberg die Ernte noch etwas früher vorgenommen hat, was in bekannter Weise einen höheren N-Gehalt zur Folge gehabt haben dürfte. Die Höchstziffern sind

[1]) Journal für Landwirtschaft Bd. 49, 1901, S. 172.

ferner von uns nicht erreicht worden, weil wir die Luxuskonsumtion an Nährstoffen nicht übermässig weit getrieben haben.

Andererseits sind die gefundenen Prozentzahlen bei Berücksichtigung der noch vorhandenen Steigerungsmöglichkeit der Erträge, wie gleich näher gezeigt werden wird, im Vergleich zu den Gehaltsziffern der auf dem Felde gewonnenen Haferernten niedrig ausgefallen, was um so bemerkenswerter ist, wenn man beachtet, dass die Pflanzen im Laufe der letzten Wachstumsperiode bis zur völligen Reife ihren prozentischen Gehalt an Nährstoffen sicherlich nicht vermehren. Die Tatsache an und für sich kann nicht überraschen, da die Bedingungen für eine möglichst günstige Verwertung des im Minimum vorhandenen Nährstoffs zur Produktion pflanzlicher Substanz weit günstiger gestaltet werden können, als dies in der Praxis auf dem Felde der Fall ist. Es sind allerdings, wie bei einer näheren Besprechung des vorliegenden Punktes in einer früheren Arbeit [1]) erwähnt wurde, auch Ausnahmefälle zu verzeichnen, die jedoch an der allgemeinen Regel kaum etwas zu ändern vermögen, und so hat z. B. auch M. HOFFMANN [2]) neuerdings wieder darauf hingewiesen, dass der Kaligehalt des Haferstrohs bei den Topfversuchen wesentlich geringer als bei den Feldversuchen ist.

Der im obigen Sinne verhältnismässig niedrige Nährstoffgehalt unserer Gefässpflanzen ist nun aber keineswegs etwa ausschliesslich auf die besonders günstige Gestaltung der Wasser- und Licht-Verhältnisse zurückzuführen, was im besonderen für den Stickstoff nachgewiesen werden soll.

Bei früheren Versuchen [3]) wurden nämlich 7 recht verschiedene Bodenarten in Gefässen reichlich mit Wasser und u. a. auch mit einer Überschussdüngung von P_2O_5 und K_2O versehen, so dass der Stickstoff überall, wenn auch je nach dem Gehalte des Bodens hieran in einem verschiedenen Grade, als Minimumfaktor zur Wirkung kommen musste.

---

[1]) PFEIFFER, BLANCK und FLÜGEL, Wasser und Licht als Vegetationsfaktoren usw. Landw. Versuchs-Stationen Bd. 76, 1912, S. 197.

[2]) Mitteilungen der D. L.-G. 1917, S. 681.

[3]) PFEIFFER, BLANCK, SIMMERMACHER und RATHMANN, Pflanzenanalyse und Bodenanalyse usw. Landw. Versuchs-Stationen Bd. 86, 1915, S. 345.

Die im Zustand der Milchreife vorgenommene Ernte lieferte folgende Ergebnisse:

	Trockensubstanz g	Stickstoff %
Boden 1 . . .	30.8	0.755
„ 2 . . .	42.1	0.723
„ 3 . . .	66.8	0.737
„ 4 . . .	57.4	0.791
„ 5 . . .	39.5	0.763
„ 6 . . .	71.1	0.818
„ 7 . . .	73.8	0.727

Zweierlei fällt im Vergleich zu den vorliegenden Untersuchungen auf:

1. Der N-Gehalt geht niemals so weit herunter wie bei den Sandkulturen unter Anwendung von NH_4NO_3 als Stickstoffquelle, trotzdem die Bedingungen für die Erzielung möglichst grosser und möglichst N-armer Trockensubstanzmengen scheinbar die gleichen gewesen sind. Man vergleiche z. B. mit einigen der vorstehenden Zahlen die folgenden Ergebnisse aus Tabelle 1:

Bodenkulturen		Sandkulturen			
		Volle Wassergabe		Mässige Wassergabe	
Trockensubst.	N	Trockensubst.	N	Trockensubst.	N
39.5 g	0.763 %	32.8 g	0.510 %	32.7 g	0.518 %
57.4 „	0.791 „	56.1 „	0.557 „	55.8 „	0.532 „

2. Der N-Gehalt der Pflanzentrockensubstanz schwankt bei den 7 Bodenarten nur sehr wenig, so dass wir damals das Mittel unter der Bezeichnung „Normalzahl“ als Ausgangspunkt für weitere Betrachtungen benutzen konnten. Warum hat z. B. Boden 4 die aufgenommene N-Menge von 0.454 g nicht zur Erzeugung einer grösseren als 57.4 g, aber N-ärmeren als 0.791 % Trockensubstanzmenge zu verwenden vermocht, ähnlich dem einen Falle der Tabelle 1, in welchem bei 0.4555 g N 82.0 g Trockensubstanz mit 0.557 % N zu verzeichnen waren?

Diese Widersprüche finden natürlich ihre einfache Erklärung in der Tatsache, dass die Löslichkeit bzw. Aufnahmefähigkeit des Bodenstickstoffs eine sehr viel geringere und langsamere ist als diejenige des NH_4NO_3. Um auch hierfür einen ziffernmässigen Vergleich anzuführen, sei erwähnt, dass aus dem von uns vielfach benutzten stickstoffreichen Rosen-

thaler Lehmboden die oberirdische Substanz des Hafers bei Gefässversuchen 2.9 % des Gesamtvorrates zu entnehmen vermocht hat,[1]) während der N in rohem Ledermehl bei einer anderen Versuchsreihe[2]) den Ausnutzungskoeffizienten 2.2 % zu verzeichnen hatte. Das genannte Düngemittel hat ferner sehr geringe Mehrerträge mit einem verhältnismässig hohen prozentischen N-Gehalte geliefert. Es standen sich z. B. gegenüber:

	Körner		Stroh	
	g	N %	g	N %
0.5 g N als NH_4NO_3 . . .	19.1	1.342	40.5	0.374
2.0 „ „ „ Ledermehl . . .	5.7	1.743	8.3	0.439

Die Ertragskurve für den Ledermehlstickstoff musste daher einen sehr flachen Verlauf nehmen, fast eine gerade Linie bilden. Denken wir uns nun den Lehmboden als Düngemittel verwendet, so würden ähnliche Verhältnisse wie beim Ledermehl zu erwarten sein: langsame Zunahme des Ertrages bei einem von Anfang an ziemlich hohen, aber ebenfalls im Verhältnis zur N-Düngung nur langsam steigenden prozentischen N-Gehalte der Pflanzenmasse. Die verschiedenen Bodenarten können als Versuchsobjekte aufgefasst werden, bei denen der verschiedene N-Gehalt die Folge einer verschieden hohen Düngung mit einer für die Pflanzen verhältnismässig schwer und deshalb nicht immer im richtigen Zeitpunkt zugänglichen N-Verbindung bildet, und deshalb sind auch hier unter den angegebenen Bedingungen verschieden hohe Erträge mit einem ziemlich gleichen und verhältnismässig hohen prozentischen N-Gehalte zu erwarten.[3])

Bei Vornahme einer Düngung des Ackerbodens mit einer gut verwertbaren N-Verbindung setzen natürlich ganz andere Verhältnisse ein, eine neue Gesetzmässigkeit tritt in Kraft, die in einem raschen Anstieg der Ertragskurve und einem entsprechend geringen Anwachsen des prozentischen N-Gehaltes zur Geltung gelangt, wie wir ganz Ähnliches bei den ersten

---

[1]) Mitteilungen der Landw. Institute Breslau Bd. 4, 1909, S. 750.

[2]) Fühlings Landw. Zeitung Bd. 67, 1918, S. 72.

[3]) Diese Vorgänge sind natürlich nicht mit der Wirkung einer Kopfdüngung zu verwechseln, die stets noch im Stadium lebhaften Pflanzenwachstums zu erfolgen hat.

N-Gaben unserer Sandkulturen in Gefässen (vgl. Tabelle 1, sowie Abb. 1 und 4) festzustellen hatten.

Hieraus erklärt es sich dann endlich, dass die in der Praxis gefundenen Ergebnisse nicht den aus unseren Kurven abzuleitenden Ertragssteigerungen entsprechen können: der bei Feldversuchen gefundene prozentische N-Gehalt der Pflanzensubstanz muss einem zu hohen, die Ertragssteigerung umgekehrt einem zu niedrigen Abschnitte unserer Kurven angehören. Dies soll an folgenden, beliebig herausgegriffenen Beispielen erläutert werden, die jedoch einige Vorbemerkungen erfordern. Die von uns auf absolute Trockensubstanz umgerechneten Erträge der Feldversuche sind natürlich im Zustand der Vollreife des Hafers gewonnen worden, was aber den beabsichtigten Vergleich mit unseren Froühernten nicht wesentlich stört, weil der prozentische N-Gehalt im letzten Vegetationsstadium höchstens eine geringe Verminderung erfahren haben kann. Da ferner der Nitratstickstoff auf dem freien Felde nicht verlustfrei wie in Gefässen zur Wirkung kommen kann, so haben wir die Mehrerträge zu den von den Pflanzen aufgenommenen N-Mengen in Beziehung gesetzt.

(Siehe die Tabelle 14 auf S. 54.)

Dagegen beträgt bei unseren Versuchen der auf 1 N entfallende Mehrertrag in den Kurvenabschnitten, die beginnen:

bei voller Wassergabe	mit 0.589 % N	= 77	Trockensubst.
bei mässiger Wassergabe	„ 0.632 „ „	= 70	„
bei mässiger Wassergabe und Lichtentzug	„ 0.674 „ „	= 64	„

Die Ertragssteigerung hat sich also auf dem Felde, wie nach dem Gesagten zu erwarten war, überall günstiger gestaltet als der prozentische N-Gehalt der ohne N-Düngung belassenen Parzellenerträge auf Grund unserer Kurven hätte voraussehen lassen.

Umstehende Tabelle zeigt ferner, dass die Erhöhung des prozentischen N-Gehaltes trotz reichlichster N-Aufnahme der Pflanzen eine mässige, in einzelnen Fällen sogar eine ganz ausserordentlich geringe geblieben ist. Man könnte auf den Gedanken kommen, dass dies mit dem u. a. von A. Helmkampf [1]) vertretenen Standpunkte in Zusammenhang gebracht zu werden

---

[1]) Journal für Landwirtschaft Bd. 40, 1892, S. 1

Tabelle 14.

Bezeichnung der Versuche	Düngung	Ertrag pro Hektar Trockensubstanz dz	Ertrag pro Hektar N kg	N in Trockensubstanz %	Mehrertrag auf 1 N
P. Wagner. Arbeiten der D. L.-G. Heft 80, S. 209.	Volldüngung . . .	59.0	64.1	1.09	—
	Volldüngung ohne N	27.1	27.1	1.00	—
	Mehrertrag durch N	31.9	37.0	—	86
H. C. Müller. Arbeiten der D. L.-G. Heft 121, S. 150.	Volldüngung . . .	62.3	57.6	0.92	—
	Volldüngung ohne N	54.6	44.1	0.81	—
	Mehrertrag durch N	7.7	13.5	—	57
	Volldüngung . . .	81.3	87.1	1.07	—
	Volldüngung ohne N	70.6	72.0	0.99	—
	Mehrertrag durch N	10.7	15.1	—	64
P. Wagner. Arbeiten der D. L.-G. Heft 279, Reihe 801, 1908 u. 1912.	Volldüngung . . .	80.6	99.3	1.23	—
	Volldüngung ohne N	46.0	55.5	1.21	—
	Mehrertrag durch N	34.6	43.8	—	78
	Volldüngung . . .	70.0	82.7	1.18	—
	Volldüngung ohne N	35.3	41.1	1.16	—
	Mehrertrag durch N	34.7	41.6	—	83

vermöchte, wonach nämlich ein „Maximalgehalt“ an Nährstoffen bestehen soll. „Auch für den Stickstoff scheint nur so lange eine Gehaltssteigerung einzutreten, als noch ein Bedarf für diesen Nährstoff vorliegt, ist dieser aber gedeckt, so bleibt der Gehalt ein konstanter.“ Dieser Satz stützt sich auf zwei Versuchsreihen, bei denen der gleiche Düngungsplan — K_2O, $K_2O + N$, $K_2O + P_2O_5$ usw. — mit dem Unterschiede zur Durchführung gelangt war, dass auf dem einen Feldschlage (I) die doppelte N-Gabe Anwendung gefunden hatte. Der prozentische N-Gehalt des geernteten Sommerweizens war bei I, mit einer Ausnahme, unter allen Umständen etwa 0.2 % niedriger, ein Ergebnis, das jedoch unseres Erachtens keineswegs zur Begründung der erwähnten Schlussfolgerung geeignet ist. Eine Vermehrung der N-Düngung kann nämlich an sich unmöglich den angegebenen Erfolg haben, und es müssen daher unzweifelhaft hierbei ganz andere Umstände, Bodenverschieden-

heiten oder dgl., mitgewirkt haben, die den angestellten Vergleich hinfällig machen. Ausserdem liegen in der Literatur zahlreiche Beweise dafür vor, dass die Pflanzen auch den Stickstoff über ihren Bedarf aufnehmen. Maximalzahlen haben also nur in dem Sinne Gültigkeit, als sie vielleicht die Grenze, bei der eine weitere Nährstoffzufuhr sich nicht mehr lohnt, anzugeben vermögen. Die geringe Zunahme der Prozentzahlen ist vielmehr umgekehrt nur so zu deuten, dass die Ertragssteigerung noch in den unteren Kurvenabschnitt fällt, und dass demnach eine stärkere Düngung mit N weitere Mehrerträge in Aussicht gestellt haben würde.

Übrigens sind auch Feldversuche bekannt, bei denen mit der Zunahme der Nährstoffzufuhr ein regelmässiges Ansteigen des prozentischen Nährstoffgehaltes der Ernte, auch hinsichtlich des Stickstoffs, Hand in Hand geht, nur dass eine reiche Staffelung der Nährstoffgaben selten ist. Als einziges hierher gehöriges Beispiel seien die Ergebnisse angeführt, die O. KELLNER[1]) beim Anbau von Reis auf einem besonders phosphorsäurebedürftigen Boden in Japan erzielt hat. Die Erträge steigen ziemlich regelmässig und weisen folgende Gehaltszahlen auf:

ohne N 1.054 % N	ohne P_2O_5 0.232 % P_2O_5	ohne K_2O 0.429 % K_2O
5.0 „ 1.043 „ „	5.0 „ 0.245 „ „	5.0 „ 0.547 „ „
7.5 „ 1.060 „ „	10.0 „ 0.286 „ „	10.0 „ 0.710 „ „
10.0 „ 1.096 „ „	15.0 „ 0.297 „ „	15.0 „ 0.865 „ „
12.5 „ 1.135 „ „	20.0 „ 0.320 „ „	20.0 „ 1.043 „ „
15.0 „ 1.199 „ „	25.0 „ 0.342 „ „	25.0 „ 1.026 „ „
17.5 „ 1.204 „ „	30.0 „ 0.340 „ „	

Auch die bei Düngungsversuchen mit P_2O_5 auf dem Felde erhaltenen Ergebnisse bewegen sich in der gleichen Richtung, wie dies für den Stickstoff näher dargelegt worden ist, und beim Kali sind in gleicher Weise, wenn auch etwas geringere Unterschiede zu verzeichnen. Es genügt, hierfür einige wenige Beispiele anzuführen, für welche die zu Tabelle 14 gemachten Bemerkungen Gültigkeit besitzen.

(Siehe die Tabelle 15 auf S. 56.)

Die Ertragssteigerungen hätten nach den gefundenen Gehaltszahlen an P_2O_5 bzw. K_2O auf Grund unserer Ergeb-

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 39, 1891, S. 361.

nisse, wenigstens bei den P_2O_5-Versuchen, nur wesentlich niedriger ausfallen können, und auch bei der einen Kalireihe ist der erzielte Mehrertrag im Verhältnis zum prozentischen Gehalte der Erntemasse an diesem Nährstoff reichlich hoch gewesen. Hinsichtlich einer Erklärung dieser Tatsache kann auf das beim Stickstoff Gesagte verwiesen werden.

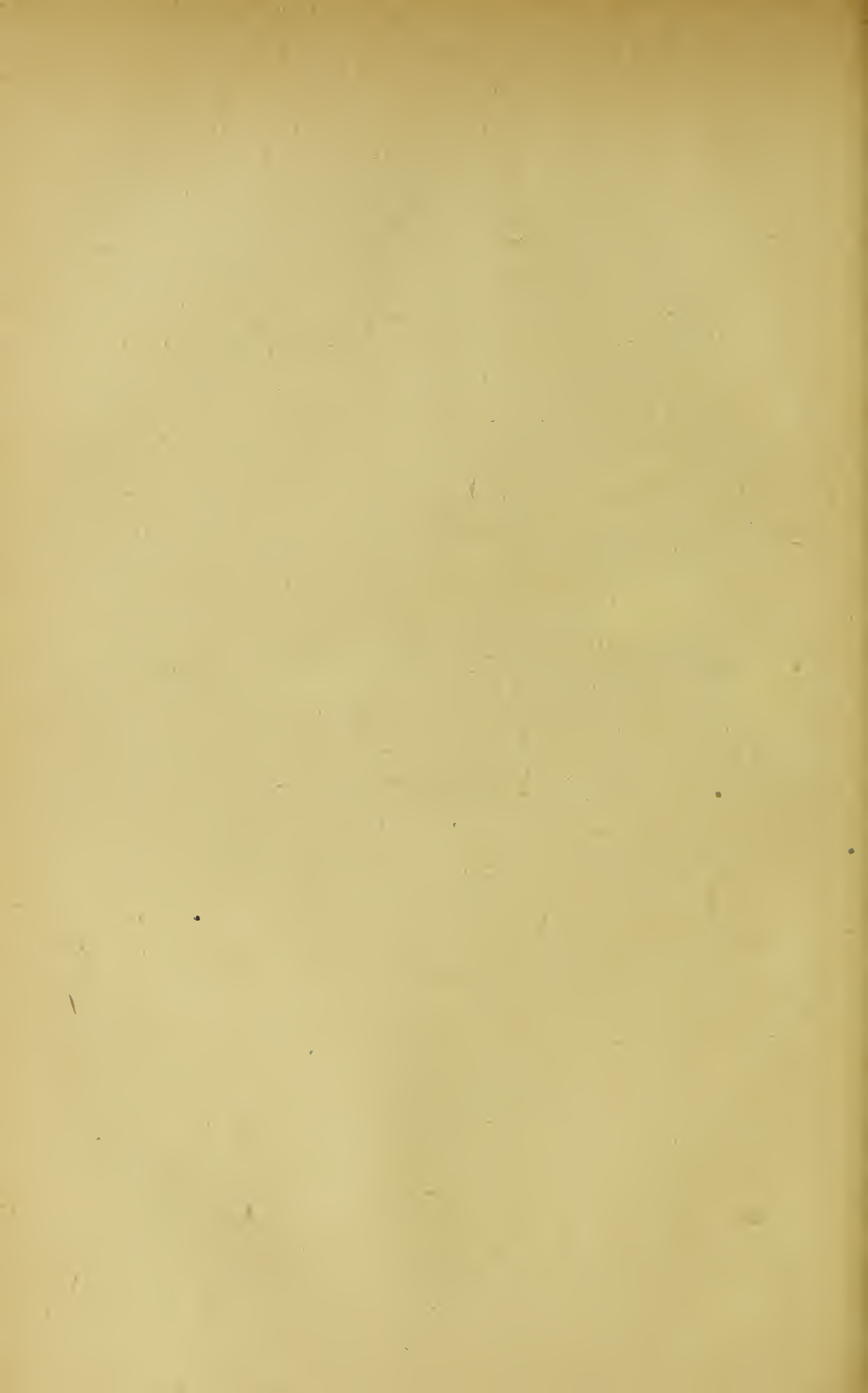
Tabelle 15.

Bezeichnung der Versuche	Düngung	Ertrag pro Hektar Trocken-substanz dz	Ertrag pro Hektar P_2O_5 kg	P_2O_5 in Trocken-substanz %	Mehr-ertrag auf 1 P_2O_5
P. WAGNER. Arbeiten der D. L.-G. Heft 279, Reihe 801, 1908 und 1912.	Volldüngung	80.6	53.4	0.66	—
	Volldüngung ohne P_2O_5	70.5	40.6	0.57	—
	Mehrertrag durch P_2O_5	10.1	12.8	—	79
	Volldüngung	70.0	44.4	0.63	—
	Volldüngung ohne P_2O_5	62.8	32.1	0.51	—
	Mehrertrag durch P_2O_5	7.2	12.3	—	59
			K_2O	K_2O	K_2O
	Volldüngung	80.6	124.9	1.55	—
	Volldüngung ohne K_2O	71.6	87.4	1.22	—
	Mehrertrag durch K_2O	9.0	37.5	—	24
	Volldüngung	70.0	110.5	1.58	—
	Volldüngung ohne K_2O	69.5	82.4	1.19	—
	Mehrertrag durch K_2O	0.5	28.1	—	2

Zusammenfassend ergibt sich aus den angestellten Erörterungen, dass die von uns gefundene Gesetzmässigkeit erst dann auf praktische Verhältnisse übertragen werden kann, wenn Ertragskurven für unter den verschiedenen Bedingungen angestellte Feldversuche vorliegen, die zu den von uns bei Gefässversuchen ermittelten Beziehungen führen. Aber auch dann bestehen noch allerlei Bedenken. Es scheint uns namentlich fraglich zu sein, ob die mit y_0 zu bezeichnenden Erträge der ohne eine Düngung mit dem zu prüfenden Nährstoff belassenen Parzellen vielfach nicht bereits so gross sein werden, dass der Höchstertrag zu früh erreicht werden wird, um den Kurvenverlauf richtig zum Ausdruck bringen zu können. Andererseits

scheinen, wie nochmals hervorgehoben sei, Fälle vorzukommen, in denen der prozentische Gehalt der Pflanzenmasse an dem betreffenden Nährstoff durch weitere Zufuhr desselben in leichtlöslicher Form eine derartig geringe Steigerung erfährt, dass die zu ziehende Schlussfolgerung auf grosse Schwierigkeiten stossen würde. Es ist möglich, dass die Beschränkung der Analysen auf das Stroh, wie dies hinsichtlich des Kalis der Fall zu sein scheint, bessere Ergebnisse zeitigen wird, indem sich die Wirkung eines Nährstoffmangels in ihm stärker als in den gleichmässiger zusammengesetzten Körnern ausprägt. Das alles sind indessen Fragen, deren Entscheidung einer späteren Forschung vorbehalten werden muss. Die Pflanzenanalyse vermag schon jetzt in extremen Fällen Anhaltspunkte über das Düngerbedürfnis des Ackerbodens zu liefern, und wir glauben den Nachweis erbracht zu haben, dass wenigstens die Möglichkeit für die höchst wünschenswerte Erweiterung einer derartigen Voraussage auf die besonders zahlreichen Zwischenglieder besteht. Es ist uns gelungen, die theoretische Grundlage, die für den Stickstoff und die Phosphorsäure, sowie wahrscheinlich auch für das Kali gilt, klarzustellen; dieselbe gipfelt in dem Satze, dass für diejenigen Punkte von Ertragskurven, bei denen die Steigung dividiert durch den jeweils erzielten Ertrag (die Subtangente) zu denselben Werten führt, die in Frage kommenden Erträge den gleichen prozentischen Nährstoffgehalt aufweisen.

Breslau, im November 1918.



Über die Umzüchtung reiner Linien von Winterweizen in Sommerweizen.

Von

J. KILLER-Hannover, staatl. gepr. Saatzucht-Inspektor.

Arbeiten über die Verkürzung der Vegetationszeit, wie eine solche bei der Umzüchtung von Winterformen in Sommerformen bedingt ist, finden sich in der Züchtungsliteratur nur in spärlicher Anzahl. Die älteren diesbezüglichen Versuche halten einer ernsteren Kritik nicht stand, weil Angaben, ob botanisch reine Linien dabei verwendet worden sind, fehlen. Von den älteren Forschern geben HOFFMANN, HILDEBRAND und HUMMEL die Umzüchtungsmöglichkeit zu, während HENSCH und KÖRNICKE sie bezweifeln. Dieser Widerspruch scheint mir nur scheinbar zu sein, je nachdem man mit der Umzüchtung die Idee einer Erwerbung und Vererbung neuer Eigenschaften verknüpft oder darunter nur eine Auslese von a priori zu beiden Formen disponierten Linien versteht. Im ersteren Falle würde es sich um eine tatsächliche Umwandlung wirklicher ausgesprochener Winterformen in Sommerformen, somit um ein Hinzutreten einer neuen Eigenschaft handeln, im zweiten dagegen nur um Auslese solcher Formen, die man schlechthin als Wechselgetreide bezeichnet. Es träte hier also nur eine bereits vorhanden gewesene Eigenschaft in Erscheinung.

Für die Umzüchtung von Winter- in Sommerformen kommen praktisch nur Roggen und Weizen in Betracht. Beim Roggen als Fremdbefruchter liegt die Möglichkeit einer derartigen Umwandlung infolge der ständigen Bastardierung und damit einer wahrscheinlichen Bildung neuer Eigenschaften bedeutend näher, als bei dem sich selbstbefruchtenden Weizen. Tatsächlich finden sich in der praktischen Züchtung wohlgelungene Umzüchtungen von Winterroggen in Sommerroggen. Ich erinnere nur an den Petkuser Sommerroggen, der aus dem Petkuser Winterroggen hervorgegangen ist, ferner an den

gelben Sommerroggen von Professor Rümker, welcher ebenfalls der Winterform der gleichen Sorte entstammt.

Ob es sich bei den genannten Züchtungen um eine Neuerwerbung dieser Eigenschaft infolge der Bastardierung oder nur um die züchterische Verwertung bereits vorhanden gewesener Eigenschaften handelt, lässt sich ohne eingehende Studien nicht entscheiden. Ich halte die letztere Möglichkeit für die wahrscheinlichere.

Wesentlich klarer sieht man in dieser Frage bei dem typischen Selbstbefruchter-„Weizen“. Ich habe vor Jahren während meiner Tätigkeit an der Versuchsstation Colmar im Elsass mit einer sehr grossen Anzahl reiner Linien von Winterweizen Studien über ihre Eignung für Sommerweizen gemacht und bin zu folgenden Resultaten gekommen.

Ihrem diesbezüglichen Verhalten nach konnte man die geprüften Linien in drei Einzelgruppen einteilen.

1. Sämtliche Bordeauxweizen, gleich ob weiss oder rot in der Spelzenfarbe, können sowohl als Winter- wie als Sommerweizen dienen.
2. Alle geprüften Dickkopfweizen schossten bei Frühjahrsaussaat und zeigten, wenn auch ziemlich spät, mehr oder minder kräftige Ährenbildung.
3. Ausgesprochene Landwinterweizen verhalten sich in der Regel völlig passiv. Ihnen fehlt die Fähigkeit bei Frühjahrsansaat zu schossen, geschweige Ähren hervorzubringen.

Für die unter Nr. 1 aufgeführten Erfahrungen mit dem Bordeauxweizen spricht auch die Züchtungsgeschichte der meisten deutschen Sommerweizenzuchten. So verdankt Rimpaus roter Schlanstedter einem Anbauversuch mit 30 verschiedenen Wintersorten im Frühjahr seine Entstehung. Der Zweck des Versuches war, die Sorte, die sich zum Anbau als Sommerweizen am meisten eignen würde, festzustellen. Am besten schosste unter den 30 geprüften Sorten der französische Bordeauxweizen, der auf Grund dieser Eigenschaft seit 1890 von Rimpau in züchterische Bearbeitung genommen wurde.

Strubes roter Schlanstedter entstand durch Veredlung aus Rimpaus rotem Schlanstedter und hat somit die gleiche Herkunft wie dieser. Kraffts Bordeaux, der Rimpaus Schlan-

stedter sehr ähnlich ist, wurde aus Frankreich, anfangs der 80er Jahre, wo er als Wechselweizen viel verbreitet ist, eingeführt.

Heines Bordeaux entstammt einer ursprünglich als Winterweizen aus Bordeaux in das Seinedepartement eingeführten und dort als Sommerweizen weiter kultivierten französischen Stammform.

Der Mahndorfer und Raeckes Bordeaux sind ebenfalls Nachzüchtungen aus französischem Bordeaux.

Heines Japhet Sommerweizen, unverkennbar Bordeauxblut, wurde ursprünglich von Henry de Vilmorin als Winterweizen gezüchtet und ist später von demselben Züchter und von Heine als Sommerweizen weiter bearbeitet worden.

Wohltmanns blaue Dame hat wahrscheinlich auch Bordeauxblut in sich. Der blaue typische Wachsüberzug tritt auch bei vielen Bordeauxsorten auf.

Die hier aufgeführten Vertreter (letzterer vielleicht ausgenommen) lassen sich auf den französischen Bordeauxweizen zurückführen, von dem bekannt ist, dass er in seiner Eigenschaft als Wechselweizen ebensogut als Winterweizen wie als Sommerweizen fungieren kann. Im Elsass wird der Bordeauxweizen je nach Bedarf von Oktober bis tief in den April hinein gebaut. Ich habe darauf in einer Veröffentlichung in der Deutschen landw. Presse Nr. 31, Jahrgang 1912, hingewiesen. Die züchterische Arbeit Rimpaus bestand in Wirklichkeit nicht in einer tatsächlichen Umzüchtung, sondern nur in einer Auslese leistungsfähiger Formen. Die Fähigkeit, als Sommerweizen zu dienen, brauchte und konnte dem französischen Bordeaux nicht erst angezüchtet werden; denn er besass diese Eigenschaft von jeher.

Mit der Umzüchtung der Vertreter der zweiten Gruppe „Dickkopfweizen“ mühte sich Kirsche ab. Seine Arbeiten blieben allerdings insofern ohne Erfolg, als die Vegetationsdauer so lang war, dass er eine praktische Verbreitung nicht finden konnte.

Kirsche suchte die Umzüchtung auf dem fraglichen Wege der sukzessiven Verspätung der Aussaatzeit bewerkstelligen zu können, worüber er in Jahrgang 1900 der landw. Presse berichtet.

Das Verfahren erwies sich, wie vorauszusehen war, als ungangbar. Die Eigenschaft, auch bei Frühjahrsaussaat normale Ähren, allerdings bei einer für Sommerweizen praktisch viel zu langen Vegetationsperiode zu bilden, wohnt der ganzen Dickkopfgruppe und damit auch den Linien, die Kirsche benutzte, ohnehin inne.

Dafür zeugt ausser meinen Versuchen die Entwicklung verspäteter Aussaaten von Dickkopfweizen, wie ich solche in Ostfriesland zu sehen Gelegenheit hatte. Im Dezember, selbst im Januar erfolgte Aussaaten ergaben eine Vollernte.

Fast gleiche Erfahrungen macht Kiessling, der Strubes Kreuzung 56 einer Umzüchtung unterwarf, aber auch nur in der Reife sehr späte Linien daraus gewann.

Von Erfolg begleitete Umzüchtungsversuche von Winterlandweizen habe ich in der Literatur nicht gefunden. Kiessling berichtet von einem negativen Ergebnis mit einem Winterweizenstamm (Sd. braun). Als ausgesprochene Winterformen verhalten sie sich derart, dass sie überhaupt nicht schossen bzw. nur sterilbleibende Triebe aufweisen.

Meine Erfahrungen, sowie die Ergebnisse, die ich in der Literatur über dieses Gebiet vorfand, möchte ich in folgenden Sätzen zusammenfassen.

Alle Umzüchtungen von Winterweizen in Sommerweizen sind nicht als Beweis für die Erwerbung und Vererbung neuer Eigenschaften aufzufassen. In sämtlichen Fällen mit positivem Erfolg war die Fähigkeit, als Sommerweizen zu dienen, a priori vorhanden und brauchte nur ausgenutzt zu werden. Dass durch Benutzung der Auslese individueller kleiner Variationen diese Fähigkeit gefestigt und bis zu einem gewissen Grade gehoben werden kann, kann ruhig zugegeben werden, ohne dass man den Standpunkt der Verneinung der Vererbung erworbener Eigenschaften aufzugeben braucht.

NB.! Erst nach Einsendung des Manuskriptes kam mir die im letzten Jahrgange der Zeitschrift für Pflanzenzüchtung erschienene, das gleiche Thema behandelnde Arbeit Fruwirths zu Gesicht, in welcher derselbe zu den fast gleichen Resultaten wie ich gelangte.

Arbeiten aus dem landwirtschaftlichen Versuchsfeld. I.

Praktische Düngungsfragen.

Von

Prof. Dr. v. SEELHORST.

Unter den Sorgen der Landwirtschaft ist die Sorge für eine genügende Zufuhr von Pflanzennährstoffen bei der Düngung von Acker, Wiese und Weide eine der grössten. Hängt doch von dieser Zufuhr zu einem grossen Teil die Höhe der Ernten ab. Zurzeit leiden wir ja an einem bedenklichen Düngermangel. Nicht nur ist die Stallmistproduktion zum Teil sogar in bedenklichem Grade in Masse und Güte zurückgegangen, auch die Zufuhr von stickstoff- und phosphorsäurehaltigen künstlichen Düngemitteln ist ganz ungenügend. Die Gründe dafür sind allgemein bekannt. Wir gaben uns zwar noch vor wenigen Monaten der Hoffnung hin, dass nach dem Friedensschluss der Mangel an Stickstoffdüngern mit einem Schlage beseitigt sein würde, weil die ungeheuren Mengen von Stickstoffverbindungen, welche zur Pulver- und Sprengstofffabrikation verbraucht wurden, der Landwirtschaft von selbst zufallen müssten. Aber diese Hoffnung ist zurzeit nicht erfüllt. Infolge der jetzigen Verhältnisse ist die der Landwirtschaft in diesem Jahre zur Verfügung stehende Menge künstlicher Stickstoffdünger sogar noch geringer als im vorigen Jahre. Aber wir dürfen doch wenigstens für das nächste Jahr auf eine ausreichende N-Lieferung hoffen. Anders aber steht es bezüglich der Phosphorsäure. Die Aussichten auf vermehrte Lieferung von phosphorsäurehaltigen Düngemitteln nach Friedensschluss sind gänzlich geschwunden. In absehbarer Zeit ist an eine auch nur einigermassen ausreichende Zufuhr von Rohphosphaten

zur Herstellung von Superphosphaten nicht zu denken und auch das Thomasmehl wird uns infolge der Besetzung von Lothringen und des Saargebiets nur in stark verringerten Mengen zur Verfügung stehen. Deshalb blicken weite Kreise deutscher Landwirte mit grosser Sorge in die Zukunft. Ist doch infolge der zu geringen Zufuhr an Phosphorsäure durch die Düngung ein starker Rückgang der Ernten zu befürchten.

Im allgemeinen wird diese Sorge als begründet angesehen werden müssen. Die unzureichende Phosphorsäuredüngung wird sich von Jahr zu Jahr durch den Rückgang der Erträge der meisten Acker-, Wiesen- und Weidegewächse fühlbarer machen. Aber zum Glück gibt es eine grössere Reihe von Ausnahmen. Auf von Natur phosphorreichen Bodenarten und auf solchen, die lange Jahre hindurch eine reichliche Phosphorsäuredüngung erhalten haben, wird zunächst von einem Ernterückgang wenig zu merken sein und später wird er nur sehr allmählich eintreten. Dass die Jahreswitterung, die sonstige Düngung und die Art der angebauten Pflanzen auf das geringere oder stärkere In-die-Erscheinungtreten des Phosphorsäuremangels von Einfluss sein müssen, ist dabei selbstverständlich.

Als Beispiel dafür, wie wenig sogar ein gänzliches Fehlen der Phosphorsäure in der Düngung auf einem phosphorsäurereichen Boden die Ernte beeinflusst, möchte ich zunächst die Ernten des E-Feldes des landwirtschaftlichen Versuchsfeldes der Universität Göttingen anführen. Das E-Feld ist im Jahre 1874 zu einem permanenten Düngungsversuch niedergelegt. Es ist dazu in 9 Schläge von je 8 Parzellen à 50 qm eingeteilt. Jede der 8 Parzellen erhält Jahr für Jahr dieselbe Düngung, und zwar:

Parzelle 1 jedes Schlages Kali in der Form von Pottasche.
„ 2 „ „ Stickstoff in der Form von Chilesalpeter (jetzt während des Krieges in der Form von schwefelsaurem Ammoniak).
„ 3 „ „ Phosphorsäure in der Form von Superphosphat.
„ 4 „ „ Kali, Stickstoff und Phosphorsäure.
„ 5 „ „ blieb ungedüngt.
„ 6 „ „ erhielt Kali und Stickstoff.
„ 7 „ „ erhielt Kali und Phosphorsäure.
„ 8 „ „ erhielt Stickstoff und Phosphorsäure.

Bis zum Jahre 1897 wurden 4 Schläge Jahr für Jahr mit derselben Frucht bestellt, die übrigen lagen in einer festen Fruchtfolge. 1897 mussten, weil auf den zuerst genannten

4 Schlägen ein starker Nematodenschaden sich zeigte, auch diese in die Fruchtfolge einbezogen werden, die nun folgendermassen lautete:

1. Erbsen.
2. Roggen.
3. Raps (später Lein und von 1902 ab regelmässig Pferdebohnen).
4. Winterweizen.
5. Runkelrüben.
6. Gerste.
7. Vietsbohnen.
8. Kartoffeln.
9. Sommerweizen.

In den folgenden Zusammenstellungen sind die Durchschnittsernten der einzelnen Parzellen für die Jahre 1892—1902, 1903—1910 und 1911—1917 aufgeführt.

Vorweg ist zu bemerken:

1. Die Anzahl der Erntejahre einer jeden Parzelle ist in Klammern vor die Durchschnittserträge gesetzt. Ab und zu konnte eine Ernte infolge von Auswinterung oder infolge einer Schädigung durch Tiere oder durch ein Versehen bei der Erntearbeit nicht ermittelt oder doch nicht genau festgestellt werden. Die Angabe der Anzahl der Erntejahre ermöglicht eine Übersicht, wie oft die Ernten ausgefallen sind.

2. Das Saatgut der Parzellen 4 und 5 (KNP und O) aller Früchte ist vom Jahre 1901 an stets von der Ernte derselben Parzelle genommen, während die übrigen Parzellen 1, 2, 3, 6, 7, 8 stets das gleiche Saatgut erhalten haben, welches auf dem Versuchsfeld benutzt ist. Nur das Saatgut des Sommerweizens ist, da dieses im Grossen nicht gebaut ist, der zusammengeworfenen Ernte der Parzellen 1, 2, 3, 6, 7, 8 entnommen. Dieser Unterschied in der Herkunft des Saatgutes ist bei der Betrachtung der Zahlen der Tabellen zu berücksichtigen. Er ändert übrigens an dem Gesamtbild nichts.

3. Die Ernten der Parzellen sind in Kilogramm angegeben. Da die Parzellen 50 qm gross sind, so geben dieselben Zahlen gleichzeitig den auf den Morgen berechneten Ertrag in Zentnern an:

1. Roggen.

Jahr	1. K Korn	Stroh	2. N Korn	Stroh	3. P Korn	Stroh	4. KNP Korn	Stroh
1892/1902	(10) 14 99	39.39	(10) 16.07	40.03	(9) 16.99	41.32	(9) 17.36	41.27
1903/1910	(8) 19 31	44.60	(8) 19.53	43.20	(8) 18.26	39.26	(8) 19.01	43 70
1911/1917	(7) 18.16	47.47	(7) 18.34	43.74	(7) 17.93	43.09	(7) 19.27	47.03
1892/1917[1]	(25) 17.26	43 32	(25) 17.81	42.10	(24) 17.70	41.15	(24) 18.46	43.76

[1]) Durchschnitt aus den 25 einzelnen Jahren.

Jahr	5.			6.			7.			8.		
	O			KN			KP			NP		
		Korn	Stroh		Korn	Stroh		Korn	Stroh		Korn	Stroh
1892/1902	(9)	15.61	37.04	(9)	15.91	40.82	(10)	15.37	40.29	(10)	16.49	39.97
1903/1910	(8)	18.80	39.81	(8)	19.43	44.75	(8)	18.21	42.00	(8)	19.10	40.88
1911/1917	(7)	17.53	42.34	(7)	18.80	49.87	(7)	17.33	43.90	(7)	17.30	42.91
1892/1917	(24)	17.23	39.51	(24)	17.92	44.77	(25)	16.81	42.30	(25)	17.83	41.08

Die grössere Durchschnittsernte vom Jahre 1903 ab gegenüber der früheren erklärt sich hauptsächlich aus der Fruchtfolge, dann aber auch aus der Verbesserung des Saatguts. Bis 1897 stand der Roggen nach verschiedenen Früchten, zum Teil nach sich selbst. Seit 1897 folgt er regelmässig auf Erbsen. Die Stellung des Roggens in der Fruchtfolge war also bis 1897 schlechter als nachher. Die geringen Differenzen der Durchschnittsernten der mit N gedüngten und der N-freien Parzellen in der Zeit von 1902 ab erklären sich dadurch, dass der Roggen auf jenen besonders leicht lagerte. Auf den N-freien Parzellen ist infolge der guten Vorfrucht zwar auch häufiger Lager eingetreten. Es hat aber nie die Stärke des Lagers auf den N-Parzellen erreicht.

Die Zusammenstellung ergibt, dass das Land so reich an Phosphorsäure gewesen ist, dass das Fehlen der Phosphorsäure in der Düngung meistens nicht nur keinen Schaden, sondern sogar einen kleinen Nutzen gebracht hat. Dies gilt fast für alle Erntemittel. Ich stelle zur deutlicheren Hervorhebung dieser Erscheinung die Gesamternten der mit N gedüngten, dann der N-freien Parzellen noch einmal zusammen.

Jahr	2. N	8. NP	4. KNP	6. KN	1. K	7. KP	3. P	5. O
1892/1902	56.10	56.46	58.63	56.73	54.38	55.66	58.32	52.65
1903/1910	**62.73**[1]	*59.98*	62.71	**64.18**	**63.91**	*60.21*	57.52	58.61
1911/1917	**62.07**	*60.21*	66.30	**68.67**	**65.63**	*61.23*	61.02	59.87
1892/1917	**59.91**	*58.91*	62.22	**62.69**	**60.58**	*59.11*	58.85	56.32

2. Weizen.

Jahr	1.			2.			3.			4.		
	K			N			P			KNP		
		Korn	Stroh		Korn	Stroh		Korn	Stroh		Korn	Stroh
1892/1902	(5)	18.2	44.4	(5)	21.9	46.9	(5)	16.4	32.9	(5)	21.5	51.7
1902/1910	(6)	17.5	38.1	(6)	19.7	38.0	(6)	16.9	34.5	(5)	18.2	43.4
1911/1917	(6)	18.1	34.5	(6)	18.4	34.1	(6)	16.5	30.2	(6)	19.2	38.7
1892/1917	(17)	17.9	38.6	(17)	19.9	39.6	(17)	16.6	32.5	(16)	19.6	44.2

---

[1] Die bei dem Vergleich höheren Zahlen sind stark, die niedrigeren schwach gedruckt.

Jahr	5. O Korn	Stroh	6. KN Korn	Stroh	7. KP Korn	Stroh	8. NP Korn	Stroh
1892/1902	(5) 18.7	35.5	(5) 21.0	50.5	(5) 18.8	39.9	(5) 21.7	45.9
1903/1910	(5) 15.2	33.2	(6) 19.3	43.0	(6) 16.9	37.5	(6) 17.3	37.2
1911/1917	(6) 17.0	31.7	(6) 19.5	32.4	(6) 17.7	27.9	(6) 17.1	27.2
1892/1917	(16) 16.96	33.4	(17) 19.91	41.5	(17) 17.73	34.8	(17) 18.61	36.2

Der Weizen stand zuerst nach Raps, dann nach Lein und vom Jahre 1904 an nach Pferdebohnen. Diese haben auf den nicht mit K gedüngten Parzellen von Jahr zu Jahr eine schlechtere Ernte gegeben und haben schliesslich ganz versagt, während die nach K-Düngung stehenden Bohnen, auch wenn sie durch Blattläuse geschädigt waren, einen im Durchschnitt immerhin noch guten Ertrag gebracht haben. Die Folge davon war, dass der ihnen folgende Weizen so viel N vorfand, dass er fast die Erträge der N-Parzellen gebracht hat. Die Phosphorsäuredüngung ist ohne Einfluss geblieben, hat sogar, ebenso wie beim Roggen, die Erträge meist etwas gemindert, wie der Vergleich der N- und NP-Parzellen, der O- und P-Parzellen und der K- und KP-Parzellen in der folgenden Zusammenstellung deutlich ergibt. Dagegen hat die KNP-Parzelle meist etwas höhere Erträge als die KN-Parzelle gegeben.

Jahr	2. N	8. NP	4. KNP	6. KN	1. K	7. KP	3. P	5. O
1892/1902	68.8	*67.6*	73.2	71.5	62.6	*58.7*	49.3	54.2
1903/1910	57.7	*54.5*	61.6	62.0	55.6	*54.4*	51.4	48.4
1911/1917	52.5	*44.3*	57.9	51.9	52.6	*45.6*	46.7	48.7
1892/1917	59.5	*44.8*	63.8	61.4	56.5	*52.5*	49.2	50.4

3. Gerste.

Jahr	1. K Korn	Stroh	2. N Korn	Stroh	3. P Korn	Stroh	4. KNP Korn	Stroh
1892/1902	(10) 10.3	17.7	(10) 16.1	25.3	(10) 9.1	16.2	(10) 15.3	26.3
1903/1910	(8) 7.2	11.2	(8) 13.8	20.6	(8) 5.6	9.7	(8) 13.6	21.3
1911/1917	(7) 8.5	12.5	(7) 11.0	16.7	(7) 6.7	10.6	(7) 11.1	17.6
1892/1917	(25) 8.8	14.2	(25) 13.9	21.4	(25) 7.3	12.5	(25) 13.6	22.3

Jahr	5. O Korn	Stroh	6. KN Korn	Stroh	7. KP Korn	Stroh	8. NP Korn	Stroh
1892/1902	(10) 9.5	16.1	(10) 15.2	26.5	(10) 9.4	17.0	(10) 15.1	24.3
1903/1910	(8) 6.0	10.1	(8) 14.1	21.5	(8) 7.3	11.0	(8) 13.0	19.9
1911/1917	(7) 6.9	11.2	(7) 12.0	17.9	(7) 7.5	12.0	(7) 11.0	16.6
1892/1917	(25) 7.6	12.8	(25) 13.9	22.5	(25) 8.2	13.7	(25) 13.3	20.7

Bei der Gerste fällt im Gegensatz zu Roggen und Weizen zunächst die starke N-Wirkung in die Augen. Sie erklärt sich daraus, dass die Gerste nicht wie jene nach Leguminosen, sondern nach Runkelrüben steht.

Ein Nutzen der P_2O_5-Düngung ist aber bei der Gerste ebensowenig wie bei den anderen bisher erwähnten Getreidearten zu bemerken, eher noch das Gegenteil. Dies zeigt die folgende Zusammenstellung noch deutlicher. Die relativ niedrigen Durchschnittsernten der Gerste sind auf häufigeren Befall mit Helminthosporium gramineum zurückzuführen.

	2.	8.	4.	6.	1.	7.	3.	4.
Jahr	N	NP	KNP	KN	K	KP	P	O
1892/1902	41.4	*39.4*	41.6	41.7	28.0	*26.4*	25.3	25.6
1903/1910	34.4	*32.9*	34.9	35.6	18.4	*18.3*	15.3	16.1
1911/1917	27.7	*27.6*	28.7	29.9	21.0	*19 5*	17.3	18.1
1892/1917	35.3	*34.0*	35.9	36.4	23.6	*21.9*	19.8	20.4

4. Sommerweizen.

	1.		2.		3.		5.	
Jahr	K		N		P		KNP	
	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh
1892/1902	(10) 13.1	27.6	(10) 16.9	35.0	(10) 13.1	25 2	(10) 17.6	38.7
1903/1910	(8) 13.1	25.9	(8) 17.0	36.0	(8) 13.6	25 8	(8) 17.3	42.3
1911/1917	(7) 12.8	26.1	(7) 14.4	28.6	(7) 12.9	24.1	(7) 15.3	31.6
1892/1917	(25) 13.0	26.6	(25) 16.2	33.5	(25) 13.2	25.1	(25) 16 9	37.8

	5.		6.		7.		8.	
Jahr	O		KN		KP		NP	
	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh
1892/1902	(10) 13.3	26.2	(10) 17.3	35.0	(10) 13 0	26.7	(10) 16.1	34.6
1903/1910	(8) 13.3	26.7	(8) 15.4	37.7	(8) 13.7	27.2	(8) 15 8	35.5
1911/1917	(7) 12.3	24.7	(7) 14.6	31.8	(7) 12.5	26.3	(7) 13 6	28.8
1892/1917	(25) 13.0	26.0	(25) 16.0	35.0	(25) 13.1	26.8	(25) 15.3	33.2

Auf den Sommerweizen, der nach Kartoffeln steht, hat die N-Düngung in ähnlicher Weise günstig gewirkt wie auf die Gerste. Jedoch war, da der Sommerweizen auch ohne N-Düngung eine relativ hohe Ernte gegeben hat, die Steigerung der Ernte durch N-Düngung nicht ganz so gross wie bei der Gerste. Gegen die Phosphorsäuredüngung verhielt sich der Sommerweizen im allgemeinen ebenso wie die Gerste. Es betrug die Gesamternte:

Jahr	2. N	8. NP	4. KNP	6. KN	1. K	7. KP	3. P	5. O
1892/1902	51.9	*50.7*	56.3	52.3	40.7	39.7	38.3	39.5
1903/1910	53.0	*51.3*	59.6	53.1	39.0	40.9	39.4	40.0
1911/1917	43.0	*42.4*	46.9	45.4	38.9	38.8	37.0	37.0
1892/1917	49.7	*48.5*	54.7	51.0	39.6	39.9	38.3	39.0

5. **Kartoffeln** (Juli).

Jahr	2. N	8. NP	4. KNP	6. KN
1892/1902	(11) 112.6	(11) *107.7*	(11) 150.4	(11) 148.1
1903/1910	(8) 68.5	(8) 71.8	(8) 107.0	(8) 101.8
1911/1917	(7) 67.9	(7) *66.9*	(7) 94.8	(7) 92.9
1892/1917	(26) 87.0	(26) *85.7*	(26) 122.1	(26) 119.1

Jahr	1. K	7. KP	3. P	5. O
1892/1902	(11) 119.7	(11) *115.3*	(11) 98.2	(11) 99.5
1903/1910	(8) 71.4	(8) *69.0*	(8) 51.2	(8) 55.6
1911/1917	(7) 62.6	(7) 65.7	(7) 49.3	(7) 55.1
1892/1917	(26) 85.6	(26) *87.7*	(26) 70.6	(26) 74.0

Wie die Zusammenstellung zeigt, hat die reine N-Düngung im ganzen etwas besser gewirkt, als die PN-Düngung. Dagegen ist die Zugabe von Phosphorsäure zur KN-Düngung etwas wenn auch nur wenig nützlich gewesen. Auf den mit N nicht gedüngten Parzellen hat die Phosphorsäurezugabe fast durchweg etwas geschadet. Die KP-Parzelle hat fast durchweg etwas weniger gebracht als die K-Parzelle. Die P-Parzelle gab durchweg niedrigere Durchschnittserträge als die ungedüngte.

6. **Futterrüben.**

Jahr	2. N		8. NP		4. KNP	
	Rübe	Kraut	Rübe	Kraut	Rübe	Kraut
1892/1902	(10) 318.0	(8) 154.0	(10) *283.4*	(8) *126.2*	(10) 322.9	(8) 142.4
1903/1910	(8) 357.5	(7) 121.4	(8) *316.4*	(7) *109.3*	(8) 369.7	(7) 117.6
1911/1917	(5) 233.8	(5) 78.5	(5) 233.2	(5) *76.7*	(5) 252.5	(5) 85.0
1892/1917	(23) 313.4	(20) 123.7	(23) *283.8*	(20) *107.9*	(23) 323.9	(20) 119.4

Jahr	6. KN		1. K		7. KP	
	Rübe	Kraut	Rübe	Kraut	Rübe	Kraut
1892/1902	(10) 325.1	(8) 142.2	(10) 248.1	(8) 115.1	(10) *232.8*	(8) *107.6*
1903/1910	(8) 377.1	(7) 120.7	(8) 265.7	(7) 92.0	(8) *240.9*	(7) *85.4*
1911/1917	(5) 248.1	(5) 83.3	(5) 169.7	(5) 64.1	(5) *161.9*	(5) *58.1*
1892/1917	(23) 325.6	(20) 120.4	(23) 237.2	(20) 94.2	(23) *220.2*	(20) *87.5*

Jahr	3. P Rübe	3. P Kraut	5. O Rübe	5. O Kraut
1892/1902	(10) 212.2	(8) 113.6	(10) 218.4	(8) 120.5
1903/1910	(8) 231.1	(7) 108.1	(8) 224.1	(7) 80.3
1911/1917	(5) 136.7	(5) 55.8	(5) 143.7	(5) 53.9
1892/1917	(23) 202.3	(20) 97.2	(23) 204.2	(20) 89.7

Auf den mit N gedüngten Parzellen hat die Phosphorsäure nicht nur nicht genützt, sondern sogar deutlich schädlich gewirkt. Das ergibt sich sowohl aus dem Vergleich der N- und NP-Parzellen sowie aus dem der mit KN und KNP gedüngten Parzellen.

Auch bei den mit N nicht gedüngten Parzellen ergibt sich ähnliches. Phosphorsäure-Düngung hat im ganzen weniger Ertrag gebracht als ungedüngt. Die Parzelle mit KP-Düngung ist durchweg im Ertrag deutlich gegen die K-Parzelle zurückgeblieben.

7. Erbsen.

Jahr	2. N Korn	2. N Stroh	8. NP Korn	8. NP Stroh	4. KNP Korn	4. KNP Stroh	6. KN Korn	6. KN Stroh
1892/1902	(8) *8.9*	*19.9*	(8) 9.7	20.9	(8) 10.9	23.6	(8) 10.6	23.7
1903/1910	(8) 6.8	20.9	(8) 6.7	20.2	(8) 8.0	23.0	(8) 8.8	24.4
1911/1917	(6) *3.6*	*10.4*	(6) 5.0	11.0	(6) 5.6	15.4	(6) 3.8	15.1
1892/1917	(22) *6.6*	*17.7*	(22) 7.3	17.9	(22) 8.4	20.2	(22) 8.1	20.7

Jahr	1. K Korn	1. K Stroh	7. KP Korn	7. KP Stroh	3. P Korn	3. P Stroh	5. O Korn	5. O Stroh
1892/1902	(8) 10.3	19.8	(8) 9.8	19.1	(8) 7.7	15.0	(8) 7.1	15.3
1903/1910	(8) 7.5	22.1	(8) 7.9	21.4	(8) 5.0	15.2	(8) 5.6	16.7
1911/1917	(6) 5.4	13.0	(6) 5.8	11.6	(6) 3.5	9.4	(6) 4.1	12.8
1892/1917	(22) 7.9	18.8	(22) 8.0	17.8	(22) 5.6	13.5	(22) 5.7	15.1

Die Erbsen geben durchweg sehr geringe Erträge. Schuld sind die starken Schädigungen, die sie in der ersten Entwicklung durch einen kleinen Rüsselkäfer Sitones lineatus und von Anfang Juli an durch einen Blasenfuss erleiden.

Auf den mit Stickstoff gedüngten Parzellen hat die Phosphorsäurezudüngung deutlich genützt. Die Erbsen stehen hierdurch im Gegensatz zu den bisher besprochenen Pflanzen. Auf den nicht mit N gedüngten Parzellen ist eine Einwirkung der Phosphorsäure auf den Ertrag nicht zu bemerken.

8. Vietsbohnen.

Jahr	2. N		8. NP		4. KNP		6. KN	
	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh
1892/1902	(10) *6.4*	*5.8*	(10) 6.9	6.6	(10) *11.7*	10.7	(10) 11.4	10.7
1903/1910	(8) *7.7*	*6.6*	(8) 9.1	7.4	(8) 10.9	12.1	(8) 13.5	12.7
1911/1917	(7) *5.6*	5.1	(7) 5.9	4.9	(7) 10.8	9.9	(7) 10.9	9.6
1892/1917	(25) *6.6*	*5.8*	(25) 7.3	6.4	(25) 11.2	10.9	(25) 11.9	11.0

Jahr	1. K		7. KP		3. P		5. O	
	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh
1892/1902	(10) 11.6	9.4	(10) *9.9*	*9.0*	(10) 5.0	4.5	(10) 5.8	5.2
1903/1910	(8) 13.3	10.8	(8) *12.0*	*10.6*	(8) 7.2	6.2	(8) 6.9	5.8
1911/1917	(7) 10.6	9.0	(7) *10.0*	*8.6*	(7) 4.8	4.5	(7) 5.3	4.9
1892/1917	(25) 11.8	9.7	(25) *10.6*	*9.4*	(25) 5.7	5.0	(25) 6.0	5.3

Die Vietsbohnen verhalten sich in bezug auf ihre Phosphorsäureansprüche wieder etwas anders als die Erbsen. Bei ihnen ist auf den mit N gedüngten Parzellen deutlich eine günstige Wirkung der Phosphorsäurezudüngung nur beim Vergleich der Ernten der N- und NP-Parzellen sichtbar. Auf den N-freien Parzellen hat die Phosphorsäuredüngung im Durchschnitt sogar eine kleine Schädigung hervorgebracht. Sie ist stärker auf KP-Parzellen im Vergleich mit den K-Parzellen, weniger scharf auf den P-Parzellen im Vergleich mit den ungedüngten aufgetreten.

9. Pferdebohnen.

Jahr	2. N		8. NP		4. KNP		6. KN	
	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh
1902	(1) *12.1*	*19.7*	(1) 13.4	26.3	(1) 25.0	31.9	(1) 25.0	32.9
1903/1910	(8) *3.4*	*11.9*	(8) 3.7	12.1	(8) 12.8	24.3	(8) 12.5	21.7
1911/1917	(7) *1.9*	*5.9*	(7) 3.0	6.6	(7) 13.1	18.4	(7) 11.9	17.3
1902/1917	(16) *3.3*	*9.8*	(16) 4.0	10.6	(16) 13.7	22.2	(16) 13.0	20.5

Jahr	1. K		7. KP		3. P		5. O	
	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh
1902	(1) *23.9*	*24.5*	(1) 26.6	30.2	(1) 12.3	13.7	(1) 10.6	12.7
1903/1910	(8) 13.4	24.7	(8) *12.6*	*23.0*	(8) 3.2	7.4	(8) 3.3	10.5
1911/1917	(7) 13.1	18.4	(7) *11.5*	*17.1*	(7) 2.4	4.4	(7) 2.6	4.5
1902/1917	(16) 13.9	21.9	(16) *13.0*	*20.9*	(16) 3.4	6.6	(16) 3.4	8.0

Die Pferdebohnen verhalten sich ähnlich wie die Erbsen. Bei ihnen ist auf den mit N gedüngten Parzellen überall eine Phosphorsäurewirkung erkennbar. Auf den nicht mit N gedüngten Parzellen scheint die Phosphorsäure dagegen eher etwas schädlich gewirkt zu haben.

Die eben mitgeteilten Versuchsergebnisse lassen sich ohne weiteres aus dem besonders hohen Phosphorsäuregehalt des Versuchsfeldes erklären. Dieser geht aus der folgenden Zusammenstellung hervor, in der gleichzeitig der Gehalt des Bodens an Stickstoff und Kali aufgeführt ist, um auch einen Schluss über die Beziehungen des Gehalts des Bodens an diesen Nährstoffen und ihrer Düngerwirkung bei den im vorigen genannten Pflanzen zu ermöglichen.

Der Gehalt des Bodens 1901	Parzelle 1	2	3	4	5	6	7	8
	Düngung K	N	P	KNP	P	KN	KP	NP
Von N	0.111	*0.118*	0.102	0.108	0.111	0.112	0.107	0.110
„ K_2O . . .	*0.553*	0.445	0.391	*0.523*	0.452	*0 555*	*0.578*	0.472
„ P_2O_5 . . .	0.368	0.379	*0.455*	*0.442*	0.367	0.361	*0.400*	0.362

Aus der Zusammenstellung ergibt sich einmal der hohe Phosphorsäuregehalt des Bodens und ferner die starke Anreicherung des Bodens an diesem Nährstoff auf den mit Phosphorsäure gedüngten Parzellen. Nur die Parzelle 8 (NP) macht in dieser Beziehung eine Ausnahme und auch auf Parzelle 7 ist die Anreicherung nicht so stark, wie auf 3 und 4. Vielleicht erklärt sich dies dadurch, dass die Parzellen 7 und 8 von Anfang des Versuchs an etwas phosphorsäureärmer gewesen sind als die übrigen. Noch mehr in die Augen fallend als die Anreicherung des Bodens an Phosphorsäure infolge der Düngung mit diesem Nährstoff ist seine Anreicherung mit Kali infolge der Kalizufuhr.

Aber auch auf dem Anscheine nach ärmeren Bodenarten wird hier und da mit der Phosphorsäuredüngung gespart werden können. Dies zeigen in sehr anschaulicher Weise langjährige Versuchsergebnisse, die von Herrn Dr. h. c. von Lochow im Heft 23/24 von Fühlings landwirtschaftlicher Zeitung Jahrgang 1918 veröffentlicht sind. Der zur V. Klasse eingeschätzte Boden, auf dem diese Versuche angestellt sind, besteht aus lehmigem Sand mit lehmigem Sand und sandigem Lehm im Untergrund. Es wurden folgende Ernten erzielt:

(Siehe die tabellarische Zusammenstellung auf S. 73.)

Hervorzuheben ist, dass ausser der in der Zusammenstellung angegebenen Düngung regelmässig 125 Ztr. Stallmist auf den Morgen zu Kartoffeln gegeben ist. Dadurch ist eine, wenn auch nur sehr geringe Menge Phosphorsäure dem Boden zugeführt.

I. Roggenernten pro Morgen in Zentnern.

Jahr	Volldüngung	Volldüngung ohne Kalk	Volldüngung ohne Stickstoff	Volldüngung ohne Phosphorsäure	Volldüngung ohne Kali
1906	8.05	8.20	5.20	8.25	9.10
1907	5.35	5.30	3.70	4.94	5.50
1910	8.30	7.70	5.35	7.50	7.35
1913	10.54	10.06	7.10	10.66	11.12
1915	7.49	7.48	5.00	7.28	7.30
1917	5.50	5.31	3.69	5.25	5.70
Durchschnitt:	7.54	7.46	5.01	7.31	7.71
		II. Hafer.			
1905	8.75	9.00	6.10	8.85	8.15
1912	18.60	18.30	11.65	18.15	18.20
1916	15.03	15.00	8.70	15.05	(12.69) [1]
Durchschnitt:	14.13	14.43	8.82	14.02	(13.00)
		III. Kartoffeln nach Dunglupinen.			
1908	144.60	141.60	141.80	138.60	134.50
1911	93.60	98.30	92.70	94.00	91.30
1914	104.20	117.90	110.40	110.40	110.00
Durchschnitt:	114.10	119.30	114.90	114.10	111.90
		III. Kartoffeln ohne Dunglupinen.			
1914	103.60	107.50	84.20	103.00	105.40
1918	80.00	75.80	65.50	76.30	77.20
Durchschnitt:	91.80	91.60	74.80	89.60	91.30

Die Zusammenstellung zeigt nun deutlich, dass der Ausfall der Phosphorsäure in der Düngung so gut wie gar keinen Einfluss auf die Höhe der Erträge ausgeübt hat, dass mithin auch auf einem lehmigen Sand, der lange Jahre hindurch ausreichend mit Phosphorsäure gedüngt ist, der Fortfall der Phosphorsäuredüngung sogar eine längere Reihe von Jahren hindurch ohne Schaden erfolgen kann. Es tritt durch diese Zahlen dagegen die Notwendigkeit der alljährlichen Stickstoffzufuhr zum Boden auf das deutlichste hervor.

Ein ähnliches Resultat, bezüglich der Düngerwirkung der Phosphorsäure, hat ein Düngungsversuch von Dr. P. Liechti in Bern-Liebefeld gezeitigt. [2])

Auf einem Lehmboden von schwach saurer Reaktion wurde ein Düngungsversuch auf einer Wiese gemacht, die in den dem

[1]) Fehler bei der Ernte.

[2]) Landw. Jahrbuch der Schweiz 1918, S. 611 und 612.

Versuch vorangegangenen letzten 4 Jahren nur mit Stallmist gedüngt war. Die Erträge an Dürrfutter in D.-Ztr. beliefen sich:

Düngung	1. Jahr (1913)	2. Jahr (1914)	3. Jahr (1915)	Mittel
Ungedüngt	61.7	58.3	56.4	58.8
P	64.9	58.3	53.8	59.0
K	97.7	96.3	86.5	93.5
PK	99.9	98.5	88.5	95.6

Die Zahlen zeigen die fast absolute Unwirksamkeit der Phosphorsäuredüngung, während die Kalidüngung eine sehr bedeutende Erntesteigerung hervorgebracht hat.

Aus dem angeführten geht hervor, dass wir mit grosser Wahrscheinlichkeit, wenigstens für eine Reihe von Jahren, auf verschiedenen Bodenarten an Phosphorsäuredüngung sparen können. Es wird deshalb angezeigt sein, schon in diesem Jahre durch Düngungsversuche festzustellen, wo diese Ersparung möglich ist. Man wird dann im nächsten Jahre die Phosphorsäuredüngung nur dort geben, wo ihr Nutzen durch den Düngungsversuch erwiesen ist.

Im übrigen ist daran zu erinnern, dass eine Reihe von Pflanzen der leicht löslichen Phosphorsäure besonders in der Jugend benötigen und dass es deshalb ratsam ist, diesen Pflanzen zunächst die Phosphorsäuremenge zu geben, welche für die erste Entwicklung nötig ist. Zu diesen Pflanzen gehören zunächst die Zuckerrüben, dann die Ölfrüchte und auch die Hülsenfrüchte. Alle diese Gewächse bedürfen, sobald sie etwas herangewachsen sind, der Phosphorsäurezufuhr in geringerem Grade, weil sie dann ein relativ starkes Aneignungsvermögen für die Bodenphosphorsäure haben.

Ferner wird man bei Phosphorsäuremangel gut tun, eine Reihendüngung vorzunehmen. Zur schnellen Versorgung der jungen Pflanzen ist es geraten, geringere Phosphorgaben mit dem Saatgut zu mischen und so mit diesem einzudrillen. Das ist besonders ratsam bei Zuckerrübensaat.

Schliesslich ist zu erwähnen, dass die Anwendung von gelöschtem Kalk auf den besseren Bodenarten aufschliessend auf die schwer löslichen Eisen- und Tonerdephosphate wirkt.

Durch alle diese Massnahmen wird es möglich sein, den leider bestehenden Phosphorsäuremangel auf Jahre hinaus weniger fühlbar zu machen.

Literaturbesprechungen.

Die Bodenkolloide, eine Ergänzung für die üblichen Lehrbücher der Bodenkunde, Düngerlehre und Ackerbaulehre von Dr. Paul Ehrenberg, ausserordentlicher Professor und Direktor des agrikulturchemischen Instituts der Universität Göttingen. Zweite, stark vermehrte und verbesserte Auflage. Dresden und Leipzig, Verlag von Theodor Steinkopf, 1918. VIII und 717 Seiten. Preis geh. 24 M., geb. 27 M.

Die erste Auflage des vorliegenden Werkes ist in diesem Journal 1915, S. 263 ff. von dem verstorbenen Geh. Reg.-Rat Tollens und von mir ausführlich besprochen. Dabei hatte Herr Geh. Reg.-Rat Tollens den mehr theoretischen, ich den mehr praktischen Teil behandelt. Tollens hatte seine Besprechung mit folgenden Worten geschlossen: „Es ist das Studium von Ehrenbergs ‚Bodenkolloiden' ein recht anregendes, es bringt viel neues und auch altes in neuer Anschauung; und es ist zu wünschen, dass in manchem, was sich jetzt nur vermuten lässt, sich später volle Klarheit einstellen möge." Ich hatte zum Schluss meiner Besprechung gesagt: „Ich habe durch die etwas ausführlichere Inhaltsangabe des Buches dem Landwirt zeigen wollen, dass es viel beachtenswertes für ihn enthält und ihm manchen Aufschluss über von ihm beobachtete Vorgänge und Erscheinungen zu geben imstande ist. Betonen muss ich aber, dass es keine leichte Lektüre bietet, trotz des erfolgreichen Bestrebens Ehrenbergs, die Darstellung so einfach wie möglich zu machen. Die dadurch bedingte Breite, die überaus sorgfältige Heranziehung der einschlägigen Literatur und der zahlreichen Einzelbeobachtungen und Erfahrungen, welche sich kolloidchemisch deuten lassen, werden den Landwirten, welche nicht Spezialforscher sind, das Studium erschweren. Ich würde es deshalb für wünschenswert halten, dass in der nächsten Auflage die gesicherten Ergebnisse der Kolloidforschung im Boden und ihre Nutzanwendung am Schlusse der einzelnen Abhandlungen zusammengefasst würden. Dem Leser würde es dadurch erleichtert, das Wesentliche vom weniger Wesentlichen zu scheiden. Ihm bliebe dann überlassen, in dem Vorhergehenden die Begründung des Gesagten und die orientierende Literatur nachzulesen."

Diesem Wunsch ist Ehrenberg nicht nachgekommen, sei es weil er ihn für nicht genügend begründet hielt oder dass er es für zu schwierig hielt, die sicheren Ergebnisse von den weniger sicheren ganz scharf zu trennen.

oder sei es schliesslich, dass die mannigfachen Arbeitsanforderungen, die der Krieg an ihn gestellt hat, eine derartige Umarbeitung nicht erlaubten, zumal deshalb, weil die I. Auflage in kürzester Frist vergriffen war und somit eine sehr starke Beschleunigung der Neubearbeitung nötig wurde. Diese ist schon am 31. März 1917 vollendet. Und nur der Krieg hat die Beendigung des Druckes bis zum Herbst dieses Jahres herausgezogen.

Dass die I. Auflage einen so schnellen Absatz gefunden hat, spricht nicht nur dafür, dass ein Bedürfnis nach einer Arbeit über das Wesen der Bodenkolloide vorlag, sondern zeigt auch, dass „die Generalprobe", wie der Verfasser sein Werk bezeichnet, allgemeinen Beifall gefunden hat.

Bezüglich der näheren Charakterisierung des Buches muss ich auf die Besprechung der I. Auflage verweisen. Ich betrachte es hier nur als meine Aufgabe, auf die vielen Erweiterungen hinzuweisen, die teils durch Verarbeitung der neueren seit dem Jahr 1914 erschienenen Arbeiten, teils durch weiteres Eingehen auf ältere Arbeiten entstanden sind. Wie bedeutend diese Erweiterungen sind, geht aus der Vergrösserung des Umfanges des Buches deutlich hervor. Die I. Auflage umfasste 563, die jetzige 717 Seiten.

Die ersten grösseren Umarbeitungen und Ergänzungen befinden sich in dem Abschnitt des I. Hauptabschnitts, in welchem besonders die neuesten im agrikulturchemischen Institut von Ehrenberg und seinen Schülern ausgeführten Arbeiten benutzt sind. Hervorheben möchte ich aus ihnen die Untersuchungen über die beim Gefrieren und beim Quellen und Schwinden des Tons entstehenden Umänderungen, welche unsere Kenntnisse über diese Vorgänge wesentlich erweitern.

Der zweite Hauptabschnitt „Die Kolloide des Bodens unter dem Einfluss der verschiedenen Natur- und Kulturkräfte" hat die grösste Erweiterung erfahren. Im I. Teil desselben wird bei der Besprechung der Adsorption von Gasen neu der unterirdische Tau behandelt. Erweitert ist der Abschnitt über die Adsorption von Flüssigkeiten. Besonders ist hier die Bodenoberfläche und die von ihr adsorbierte Wasserschicht berücksichtigt.

Auch in dem Kapitel über die Adsorption von gelösten Stoffen finden wir manche wertvolle Erweiterungen. Besonders gross sind sie bei Behandlung der Adsorptionserscheinungen im Boden und hier wieder bei Besprechung des Basenaustausches. Sie stützen sich auf eine Reihe von neuen Veröffentlichungen unter denen besonders die Arbeiten von Kappen, Freundlich und Hase, Wiegner, S. Odén, Given und van Zyl genannt sein mögen. Auch der Abschnitt über Krümelbildung im Boden, der viel praktisch wichtiges enthält, ist neu.

In dem Kapitel über Salzwirkungen haben die Ausführungen über Alkaliböden eine Erweiterung erfahren.

Bei der Besprechung des Einflusses von Pflanzen und Tieren auf die Bodenbildung finden wir Ergänzungen in den über Ortstein und Alm gemachten Ausführungen und einen neuen Abschnitt, in welchem Ehrenberg den Laterit vom Standpunkt des Kolloidchemikers aus zu behandeln versucht. Ehrenberg sagt darüber S. 424: „Den Laterit vom Standpunkt der Bodenkolloide zu betrachten, ist zur Zeit ein fast noch allzu kühnes, ja beinahe der Grundlagen völlig ermangelndes Unternehmen. Wenn es hier im Gegensatz zur ersten Auflage doch versucht werden soll, so ist der Grund dafür,

dass etwa weniger die zur Zeit zu gewinnenden Anschauungen, als der Weg, auf dem sie zu erzielen sind, doch manchem Forscher vielleicht Nutzen bringen, und ihn auf bislang übersehene Umstände aufmerksam machen können usw."

Landwirtschaftlich von besonderem Interesse sind die Erweiterungen, die wir in dem Kapitel: Einfluss der Kulturkräfte auf die Bodenkolloide finden. Hier sind besonders die Abschnitte über Eggen auf feuchtem Boden, über den Einfluss des Stalldüngers, der Jauche und der Fäkaldünger neu.

Eine Umarbeitung und Erweiterung hat ferner der Abschnitt über die Kalkwirkung in dem Ätzkalk und in den Kalkdüngemitteln erfahren. Dies Kapitel ist für die Landwirtschaft ganz besonders interessant. Ebenso wichtig sind für sie die Ausführungen über die Kalidüngesalze, besonders über die durch sie häufig bedingte Sodabildung im Boden.

Ich habe geglaubt, wenigstens auf die Hauptabschnitte, auf die sich die Erweiterung des Werkes erstreckt hat, hinweisen zu müssen, um auch dem Besitzer der ersten Auflage zu zeigen, wo er in der zweiten Auflage Neues zu erwarten hat. Ist auch Vieles, was hier ebenso wie in der ersten Auflage gebracht ist, noch nicht sicher gegründet, so sind doch die Erklärungsversuche vieler Erscheinungen in hohem Maſse interessant. Sie regen jedenfalls zum Nachdenken und damit dazu an, an der Klärung aller dieser Fragen im Laboratorium oder auch draussen im Felde mitzuarbeiten. Einzelheiten in dieser Beziehung zu besprechen, würde viel zu weit führen.

So wünsche ich dem Werke von Ehrenberg die weiteste Verbreitung, betone aber wieder, wie bei Besprechung der ersten Auflage, dass es keine leichte Literatur ist, sondern ernste Arbeit besonders von all denen verlangt, denen die theoretischen Grundlagen des I. Teils, auf denen der II. Teil aufgebaut ist, nicht geläufig sind. Unter dieser Voraussetzung wird es sicher den Nutzen stiften, den der Verfasser von ihm erhofft.

v. Seelhorst.

Karte der Gebiete Deutschlands mit Getreidefrühernten (Frühdruschbezirke), nebst ausführlichem Begleitwort von Professor Dr. E. Ihne in Darmstadt. Darmstadt, Verlag der Landwirtschaftskammer für das Grossherzogtum Hessen, 1918. Preis 1 M.

Ich möchte nicht verfehlen, auf die sehr interessante Karte und die Erläuterungen dieser durch das Begleitwort aufmerksam zu machen.

v. Seelhorst.

Die Saatenanerkennung von C. Fruwirth, früher o. ö. Professor an der Kgl. Württemb. Hochschule Hohenheim, jetzt o. ö. Prof. an der K. K. Technischen Hochschule Wien. Mit 66 Abbildungen und 2 Tafeln im Text. IV und 131 Seiten. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1918. Preis 5.50 M. mit 20 % Teuerungszuschlag.

Die Wichtigkeit der Beschaffung von gutem, gesundem Saatgut wird jetzt in den weitesten landwirtschaftlichen Kreisen anerkannt. Die Folge davon sind die von den verschiedensten landwirtschaftlichen Körperschaften zwecks Beschaffung eines solchen Saatguts vorgenommenen Saatanerkennungen. Der Käufer soll, wenn er anerkanntes Saatgut kauft, die Sicherheit haben, gute Ware zu erhalten. Dem Verkäufer verschafft die Anerkennung vermehrten Absatz zu erhöhten Preisen und damit einen Entgelt für seine Arbeit und Mühe bei der Gewinnung einwandfreien Saatgutes.

Die Saatenanerkennung erfordert bestimmte Kenntnisse und Erfahrungen. Auf diese hinzuweisen, über sie zu unterrichten, ist der Zweck des angezeigten Buches. Der Verfasser sagt darüber im Vorwort: „Die Schrift soll aber nicht nur den Besichtigern und den Stellen, welche besichtigen lassen, dienen, sondern auch denen, deren Felder besichtigt werden. Wenn auch diese Kreise genauer über die Anforderungen unterrichtet sind, die bei der Besichtigung gestellt werden, wird die Besichtigung wesentlich erleichtert, da Ungenügendes nicht erst zur Anmeldung gelangt und angemeldete Felder vorbereitet zur Besichtigung kommen.“

Das Buch zerfällt in 2 Teile. Der erste enthält allgemeine Ausführungen über die Anerkennung und ihre Durchführung und Hinweise auf die Unterschiede zwischen Saatenanerkennung und Sortenanerkennung, zwischen einfacher und bedingter Anerkennung und bespricht dann die Anerkennung von Saatbau- und Saatzucht-Wirtschaften. Der zweite Teil behandelt die Anerkennung der einzelnen Früchte.

Dass wirklich Vorzügliches geboten ist, dafür bürgt der Name des Verfassers.

Bei den Bestrebungen, die Saatenanerkennung in immer grösserem Umfange einzuführen und zu vervollkommnen, wird deshalb das vorliegende, auf persönlicher grosser Erfahrung in der Saatenanerkennung beruhende Buch grossen Nutzen schaffen.

v. Seelhorst.

Die neue Wetterlehre. Ergänzungen zum ABC der gesamten Wetter- und Erdbeben-Vorhersage. Neue praktische Mondregeln und Vorhersage für 1919/20 von Andreas Voss, Gartenbotaniker, Wetterkundiger. Berlin, Vossianthus-Verlag. Preis 1.60 M.

Wettertaschenbüchlein 1919 zum praktischen Gebrauch der einfachen bewährten Vossschen Wetterlehre. Mit Anmerkraum für jeden Tag des Jahres von Andreas Voss. Berlin, Vossianthus-Verlag, 1918.

Voss hat neue Ansichten über Wettervorhersage, über deren Wert man sich nur ein Urteil bilden kann, wenn man seine Vorhersagen kontrolliert hat. Zur Erleichterung der Kontrolle hat er das Wetterbüchlein herausgegeben, in welchem man für jeden Tag des Jahres die Angaben, welche er für die Vorhersage verlangt, dann danach die Vorhersage selbst und schliesslich das eingetretene Wetter eintragen kann.

Wenn seine Prognosen für 1919 stimmen, werden viele bereit sein, sein Wetterbüchlein für 1920 zu kaufen. Sie lauten: Vom 3. Dezember 1918 bis Ende oder Mitte Februar 1919 Südwest-, Süd- und Westwinde. Dann bis 19. Juni 1919 Nordost-, Nord- und Ostwinde. Dann bis Ende August Süd-, Südost- und Ostwinde, bis zum 22. November Nord-, Nordwest- und Westwinde und weiter bis Mitte März 1920 Südwest-, Süd- und Südostwinde. Daraus folgert Voss: Die ganze erste Hälfte des Jahres 1919 wird zu trocken sein, das Frühjahr kaum noch genügend feucht, dagegen nächtlich kalt, tags häufig Sonnenschein. Der Vorsommer und Sommer bis Ende August zu trocken, zumeist sehr warm und oft heiss. Der Nachsommer und Herbst sehr kühl. Der Winter 1919/20 ab Dezember bis März im ganzen nur mässig kalt und mässig feucht, im übrigen veränderlich.

Der Unterzeichnete möchte seine Bedenken gegen alle sich auf längere Zeit erstreckenden Wettervorhersagen zum Ausdruck bringen. Sie beruhen darauf, dass Mond und Sonne auf den gleichen Breitengraden der Erde gleichmässig wirken müssen, dass aber die Witterung auf ihnen nie gleichmässig ist.

v. Seelhorst.

Tidskrift for Landøkonomi. Utgivet af det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab. Redigeret af H. Hertel. 1918, Heft 1—11. August Bangs Boghandel.

Die Schriftleitung des Journals hat auch in diesem Jahre mit Dank die angezeigte Zeitschrift empfangen.

v. Seelhorst.

---

42 Sortenanbauversuche im Verwaltungsgebiete des Oberbefehlshabers Ost von K. von Rümker (Ref.) und R. Leidner. Mit 16 Abbildungen und Kurventafeln. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1918. 72 Seiten.

v. Rümker schildert in dem vorliegenden Heft die von ihm in den Jahren 1916 und 1917 im Verwaltungsgebiete O. O. gemachten Anbauversuche mit Hafer, Gerste, Sommerweizen, Winterweizen, Winterroggen, Erbsen, Vietsbohnen, Hirse und Kartoffeln nach einer, wie er anzunehmen scheint, von ihm mit seinen Mitarbeitern auf dem landw. Versuchsfelde in Breslau zuerst ausgearbeiteten und angewendeten Methode. Sie besteht nach seinen Angaben kurz darin: „1. Dass dieselben Versuche an einer grösseren Anzahl von Orten mit Saatgut gleicher Herkunft beschickt werden. 2. Dass sämtliche Versuche nach einheitlichem Saatplan, mit einheitlicher Parzellenform und Grösse, sowie mit Maschinen gleicher Konstruktion ausgeführt werden. 3. Dass das Saatgut vor der Saat einer Keimprüfung unterzogen wird (sofern die normale Keimfähigkeit nicht einwandfrei vom Saatgutlieferanten garantiert werden kann) und die Versuche selbst während der ganzen Vegetationsperiode unter sorgfältiger Beobachtung gehalten werden. 4. Dass am Ort des Versuchs oder in dessen Umgebung Temperatur- und Niederschlagsmessungen stattfinden, um den Einfluss der Witterungsfaktoren auf Verlauf und Ergebnis der Versuche beurteilen und bei ihrer Kritik berücksichtigen zu können. 5. Dass Beobachtungen über tierische und pflanzliche Schädlinge aus dem

gleichen Grunde damit verbunden werden. 6. Dass auch die Erntemethode einheitlich gehandhabt wird." v. Rümker befindet sich in bezug auf die Beurteilung seiner Methode in einem Irrtum. Die gleiche Methode ist von dem Ackerbauausschuss der Landwirtschaftskammer für die Provinz Hannover bei den im Jahre 1909 projektierten und von 1911—1915 durchgeführten vergleichenden Anbauversuchen mit Zuckerrüben angewendet. Es sollte bei diesen festgestellt werden, welche Rübe unter unseren klimatischen und Bodenverhältnissen die höchsten Erträge an Zentnern und an Zucker pro Morgen liefert. Zur Prüfung wurden 16 Rübensorten herangezogen. An den Anbauversuchen hatten sich 23 Wirtschaften beteiligt. In 15 Wirtschaften sind 9, in 9 Wirtschaften 8 Sorten geprüft. Der Vergleich unter beiden Gruppen konnte dadurch erreicht werden, dass in allen 23 Wirtschaften eine Standartsorte und dass in einer Wirtschaft sämtliche 16 Sorten angebaut wurden. Die Beschreibung dieser Versuche enthält das Heft 34 der Arbeiten der Landwirtschaftskammer für die Provinz Hannover. In ihm ist auch kurz der Inhalt des den Versuchsanstellern überwiesenen Beobachtungsbuches angegeben, das nach denselben Grundsätzen aufgestellt ist, die Rümker angegeben hat. Nur die Forderung der Keimungsprüfung ist in ihm nicht enthalten. Sie brauchte nicht gestellt zu werden, weil das Saatgut in gleichmässiger Weise von der Kammer besorgt und verteilt war.

Rümkers Versuche hatten den Zweck, festzustellen, ob im Verwaltungsgebiet O. O. durch Einführung neuer Sorten die Erträge gehoben werden könnten. Und diesen Zweck haben sie trotz der vielen Hindernisse und Erschwerungen, die ihrer Durchführung im Wege standen, erreicht. Bemerkenswert ist, dass Rümker nur je $4 . 12^1/_2$ qm grosse Parzellen für eine Sorte an demselben Orte benutzt hat und dass diese Grösse der Versuchsparzellen, wie die Ausgleichsrechnung der Ernteergebnisse zeigt, genügt hat.

Dass Rümker übrigens den Wert der Ausgleichsberechnung nur bedingt anerkennt, zeigen seine Ausführungen darüber auf S. 12—19. — In der Beschreibung der Versuche habe ich Angaben über die Entfernung und Zahl der Drillreihen jeder Parzelle vermisst, und ob zwischen den einzelnen Sorten 1 oder 2 Drillreihen ausgelassen sind. Dies ist ja anzunehmen. Durch die vermissten Angaben wäre ein Urteil über die Länge der Randreihen und damit auf ihren Einfluss auf den Ertrag möglich gewesen. Sehr interessant und nachahmungswert ist die Art der von v. Rümker vorgenommenen, auf S. 21 und 51 beschriebenen Keimprüfung. Ich empfehle sie dringend zur allgemeinen Einführung bei vergleichenden Anbauversuchen.

Die Arbeit von Rümker verdient allgemeine Beachtung. Sie ist geeignet, in weiten Kreisen Anregungen zu schaffen.

v. Seelhorst.

Ein neuer deutscher Rohstoff im Dienste menschlicher und tierischer Ernährung. Von Friedrich Weber-Robine, Berlin-Wilmersdorf. 1918. Preis 1 M.

Diese vom Grünkreuz-Verlag Berlin-Wilmersdorf herausgegebene kleine Broschüre behauptet, dass aus den in grosser Menge zur Verfügung stehenden, stark zuckerhaltigen Rohrwurzeln ein dem Kaffee und nach Zusatz von Milch und Zucker ein dem Kakao ähnliches Getränk, ferner ein vorzügliches Futter-

mittel und ein sehr reiner Alkohol hergestellt werden kann. Die Ausbeutung und Verwertung der Wurzeln scheint in Angriff genommen zu sein. Nähere Angaben fehlen. Wir wünschen dem Vorhaben einen guten Erfolg.

v. Seelhorst.

Vereeniging tot exploitatie eener Proefzuivelboerderij te Hoorn. Verslag over het Jaar 1917. Nieuwe Handelsdrukkerij A. Houdijk. Hoorn 1918.

Aus dem interessanten Jahresbericht sind folgende auch für uns wichtige Arbeiten von J. J. Ott de Vries und F. W. J Bockhout besonders zu nennen: Abfälle des Kohlbaues als Viehfutter; Über die Ursache der Veränderung der Milchmenge durch den Übergang von der Weide zur Stallfütterung; Hat das Fett Einfluss auf den Wassergehalt des Käses; Butterfehler; Aromabakterien bei der Rahmsäuerung.

v. Seelhorst.

Stallmist- und Gründüngung und einige Spezialfragen der Düngung. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. K. von Rümker-Berlin. Dritte neubearbeitete Auflage. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1919. 56 S. Preis 1.20 M. und 20 % Teuerungszuschlag.

Die als Heft 3 der Tagesfragen aus dem modernen Ackerbau erschienene Arbeit gibt die für die Gewinnung, Behandlung und Verwendung des Stallmistes, sowie für die Anwendung der Gründüngung auf leichtem und schwerem Boden bekannten Gesichtspunkte in populärer Form wieder und bespricht dabei kurz noch das Pferchen oder Horden und die Mischung käuflicher Düngemittel.

In Einzelheiten, bei denen der Verfasser sich ungenau ausdrückt und dadurch vielleicht zu Missverständnissen Veranlassung gibt, wäre eine etwas ausführlichere Darstellung wünschenswert gewesen. Dies gilt besonders für einige Bemerkungen über Vorgänge im Boden. Nach einer Andeutung im Vorwort hat sich der Verfasser hier mit Rücksicht auf die Druckschwierigkeiten in der jetzigen Zeit Beschränkungen auferlegt, die bei der nächsten Auflage hoffentlich fortfallen werden.

v. Seelhorst.

Agrarreform. Ein Mittel zur Linderung deutscher Not von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Backhaus-Berlin. Berlin, Verlag von Paul Parey. Preis 2 M. (hierzu 20 % Teuerungszuschlag).

Das, was in zahllosen Aufsätzen in den Zeitungen und in Zeitschriften von Volkswirten und von Landwirten vorgeschlagen ist, um eine Gesundung unserer wirtschaftlichen Verhältnisse und somit ein neues Aufblühen unserer Volkswirtschaft herbeizuführen, hat Backhaus in sehr klarer und einfacher Weise in dem oben angezeigten Heft geschildert. Es gibt mithin einen guten Überblick über die Massnahmen, welche unserer Volkswirtschaft, deren Funda-

ment die Landwirtschaft ist, wieder aufhelfen können. Dass ihre Durchführung in der kurzen Zeit, in der sie geplant ist, möglich sein wird, scheint mir fraglich. Die Schwierigkeiten auf den mannigfachsten Gebieten, die dabei überwunden werden müssen, sind dafür zu gross.

v. Seelhorst.

Ein Hagelversicherungsmonopol des Reiches. Eine kritische Untersuchung über seine Bedeutung für die Landwirtschaft von W. Rohrbeck, Dr. jur. et Dr. phil. Berlin, Verlag von Paul Parey. Preis 1 M. (hierzu 20 % Teuerungszuschlag).

Rohrbeck weist in überzeugender klarer Weise nach, dass kein Grund für die Beseitigung der privaten Hagelversicherung angeführt werden kann, dass dagegen eine Reihe von Gründen gegen ein Hagelversicherungsmonopol des Reiches sprechen. Er schliesst seine Auseinandersetzungen somit mit den Worten: „Zurzeit hat das Reichshagelversicherungsmonopol wirklich keine innere Berechtigung. Die Landwirtschaft hat an ihm wirklich kein Interesse.“

v. Seelhorst.

Der Anbau von Rauchtabak in Deutschland. Von Ökonomierat Ph. Hoffmann, Tabakbausachverständiger der Pfalz. Mit Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1918. (Kiesslings Landwirtschaftliche Hefte Nr. 36.) Preis 1 M. (hierzu 20 % Teuerungszuschlag).

Das vorliegende Heft gibt, nachdem es die bisherige Entwicklung des deutschen Tabakbaues und seine praktische Bedeutung geschildert hat, eine kurze Anleitung zum Tabakbau, anfangend von der Bodenbearbeitung bis zur Ernte und der Trocknung, sowie bis zum Tabakabsatz. Die vorzügliche kleine Schrift zeigt auf jeder Seite, aus wie reicher Erfahrung der Verfasser zu schöpfen in der Lage war.

v. Seelhorst.

Boden und Bodenbildung in kolloidchemischer Betrachtung. Von Georg Wiegner, Professor für Agrikulturchemie an der Eidgenössischen technischen Hochschule in Zürich. 98 Seiten mit 10 Textfiguren. Dresden und Leipzig, bei Th. Steinkopff, 1918. Preis geheftet 4 M. 50 Pf., mit den üblichen Preisaufschlägen.

Das vorliegende Schriftchen stellt einen durch eine grössere Reihe von Anmerkungen erweiterten Vortrag des Verfassers dar, der im Winter 1916 vor der naturforschenden Gesellschaft zu Zürich gehalten wurde. Ihrer Entstehung entsprechend dürfte die Abhandlung vor allem geeignet sein, in Kreisen der Wissenschaft, die landwirtschaftlichen Forschungsfragen ferner stehen, Aufklärung darüber zu geben, dass man dort vielfach auch recht neuzeitliches Rüstzeug im Streite um vermehrtes Wissen benutzt, und auch

vermehrte Teilnahme an der Bearbeitung landwirtschaftlicher, im besonderen hier bodenkundlicher Fragen zu erwecken. Haben doch andere Umstände dazu geführt, dass man voraussichtlich für mehrere Jahrzehnte allenthalben der landwirtschaftlichen Seite menschlicher Tätigkeit erhöhte Beachtung schenken wird.

Die Abhandlung legt, wie der Verfasser selbst hervorhebt, keinen Wert auf lückenlose Darstellung; das ist ja auch nicht die Aufgabe einer kurzen, zusammenfassenden Einführung in ein Gebiet, die deshalb doch einen höchst erwünschten Überblick geben kann, und auch dem Leser, der vielleicht seiner Vorbildung halber nicht ohne grössere Schwierigkeiten der ein wenig reichlich viel voraussetzenden Darstellung zu folgen vermag, doch zeigt, ein wie hochentwickeltes Forschungsgebiet die heutige Bodenkunde bereits darstellt.

Fesselnd ist es übrigens für den Fachmann, zu beobachten, wie der Entwicklungsgang eines Forschers sich gelegentlich zum Greifen deutlich in seinen wissenschaftlichen Ansichten widerspiegelt. G. Wiegner hat auf dem hier in Betracht kommenden Gebiet Arbeiten über künstliche Zeolithe, die als kolloide Gele aufzufassen sind, ausgeführt, und die dabei gewonnenen Ansichten auf den Basenaustausch im Ackerboden anzuwenden gesucht. Weiter hat er einen Apparat hergestellt, der die Bestandteile von Erdböden innerhalb gewisser Grenzen nach ihrer Zerteilung in fortlaufender Darstellung wiederzugeben gestattet. So beherrschen nun seine Anschauung über die Anwendung der Kolloidchemie auf die Bodenkunde einmal die Ansicht, dass allein die Auffassung des ganzen Bodens als Dispersion der Forschung weitere Aussichten bieten könne (so z. B. Vorwort, S. 11 u. f., 63), und zweitens, dass die im Boden bei den kolloidchemischen Vorgängen wichtigen Stoffe, die er als Austauschzeolithe bezeichnet, unbestritten als Gele zu bezeichnen seien (so S. 22, 38, 42). Ein nicht ganz geringes Selbstbewusstsein, das sich gelegentlich in etwas bedauerlich starkem Fehlgreifen bei Beurteilung des wissenschaftlichen Gegners zeigt (S. 39, 40, 87),[1] trägt dann wohl noch zu solcher etwas einseitigen Stellung bei, und veranlasst z. B. Wiegner, sich neben S. Odén als etwa ersten Kolloidchemiker von Fach vorzustellen (S. 12), der sich mit bodenkundlichen Untersuchungen beschäftigt habe, wobei, von zahlreichen anderen Namen abgesehen, zum mindesten J. M. van Bemmelen ein wenig gering eingeschätzt zu werden scheint; S. Odén, der in erheblich weiterem Ausmafse als Wiegner sich mit kolloidchemischen wie bodenkundlichen Fragen beschäftigt haben dürfte, hat sich auch ohne so temperamentvolle Äusserungen eine führende Stellung auf unserem Gebiet erworben. Wir dürfen aber wohl annehmen, dass auch Wiegner, der an anderem Orte selbst hervorhebt (S. 37), wie die Wahrheit oft in der Mitte der Pendelausschläge wissenschaftlicher Polemiken liegt (vgl. auch S. 42), mit der Zeit seinen Platz auf der höheren Warte möglichst objektiver Stellungnahme gewinnen wird.

Eine andere Erscheinung, die gleichfalls durch G. Wiegners Entwicklungsgang zu erklären sein dürfte, mag in der Abhandlung dem Bodenkundler, wie dem Agrikulturchemiker und Landwirtschaftler auffallen: Der Bodenstruktur und ihrer Ausbildung unter dem Einfluss der Kolloiderscheinungen

[1]) Ich betone gern, dass ich gegenüber R. Gans, um den es sich hier handelt, schon seit Jahren sachlich auf demselben Standpunkte stehe, wie G. Wiegner. Vgl. meine Bodenkolloide, 1. Aufl., S. 71 (1915); 2. Aufl., S. 73 (1918).

wird kaum gedacht. Zwar findet sich gelegentlich ein Satz, der im ersten Augenblick erwarten lässt, dass das bisher Vermisste nachgeholt werde (S. 17, 22, 25, 27, 44), aber der Hinweis auf die Zusammenballung von Primärteilchen z. B. zu gröberen Sekundärteilchen ist doch mit der Strukturbildung des Bodens nicht unmittelbar in Zusammenhang zu bringen, wie für andere, mehr allgemeine Fragen z. B. auch R. Zsigmondy (Kolloidchemie, 2. Aufl., 1918, S. 17) ausführt. Und hier möchte vielleicht auch, von anderen Bedenken abgesehen, ein Punkt liegen, der die Auffassung des ganzen Bodens als Dispersion nicht als allein verwendbare Arbeitshypothese erscheinen lässt. Um ein Beispiel herauszugreifen: Noch Feinsand in enger Lagerung vermag das Wachstum von Pflanzen durch Wasserüberfluss und Luftmangel zu beeinträchtigen, während Ton in guter Struktur ihm nicht hinderlich ist. Dabei sind natürlich die durch unmittelbare Dispersitätsänderung des Tons eintretenden Dispersitätsvergröberungen, wie sie sich bei den verschiedenen diesbezüglichen Arbeiten vom keramischen Standpunkt aus ergaben, noch weit unter der Grösse des Feinsandes gelegen. Massgebend erscheint vielmehr die Strukturbildung des Tons, die zwar mit Dispersitätsänderungen an Bodenkolloiden zusammenhängt, aber bei weitem nicht ihnen gleich zu setzen ist.

Es würde hier zu weit führen, weiter auf Einzelheiten der Ausführungen Wiegners einzugehen, um so mehr, als in einem Überblick, wie er uns hier vorliegt, natürlich mancherlei Fragen notgedrungen nur flüchtig oder gar nicht Behandlung finden konnten, soweit sie dem Verfasser von geringerer Bedeutung schienen. Deshalb sei nur noch darauf hingewiesen, dass in hoffentlich nicht gar zu ferner Zeit ein engerer Zusammenhang von Adsorption, Schutzwirkung, Basenaustausch und Zusammenballung im Boden weiter erschlossen werden dürfte, womit gleichzeitig die Frage ihrer Entscheidung näher kommen muss, ob wirklich die dafür grundlegenden Stoffe im Boden als unzweifelhafte Gele anzusehen sind, oder ob nicht je nach dem in Frage kommenden Fall bald ein Sol, bald ein Gel vorliegt, das unter anderen Bedingungen wieder seinen Zustand zu ändern vermag. Ebenso, dass ziemlich sicher der Humus nicht nur als Kolloid, sondern auch als höherwertige Säure auf die Dispersität des Bodens zu wirken vermag, wie ich anderen Orts andeuten konnte.

Ausser den etwa 40 der kolloidchemischen Betrachtung des Bodens gewidmeten Seiten bringt Wiegner dann noch auf einem Dutzend Seiten Darlegungen über die Bodenbildung, die, ohne wesentlich eigene Ansichten zu enthalten — vielleicht abgesehen von einer Ausführung über Tonbildung (S. 54 und 55) —, doch die Bedeutung des Klimas für die Bodenbildung in fesselnder Weise hervorheben und damit wohl nicht dem Bodenkundler, wohl aber so manchem anderen Leser Neues bringen dürften. Es folgen sehr reiche Anmerkungen mit wertvollen Winken für den, der etwa näherer Belehrung auf dem so bedeutungsvollen Gebiet der auf den Boden angewandten Kolloidchemie Zeit und Arbeit zu widmen vermag. Gelegentlich geht vielleicht die Betrachtung von Einzelheiten, so (S. 68/69) einiger Fragen der ultramikroskopischen Theorie, für eine Anmerkung zu unserem Vortrag reichlich weit, doch wird es immer auch Leser geben, zu denen ich mich in diesem Fall rechne, die so manchen Hinweis dieser Anmerkungen nicht missen möchten.

Ich würde mich freuen, wenn auch im Kreise der Leser dieser Ausführungen die Neigung erweckt würde, eine von neuzeitlichem Streben ge-

tragene Würdigung der so verwickelt liegenden Verhältnisse in unserem Ackerboden kennen zu lernen, und bei sorgfältigem Durcharbeiten, das gewiss nicht immer so sehr leicht sein wird, in ihrem Gesichtskreis für das, was auf diesem Gebiet bereits getan ist, wie für das Grössere, das noch zu tun übrig bleibt, Platz zu schaffen.

PAUL EHRENBERG.

Die Erscheinungsformen der Materie. Vorlesungen über Kolloidchemie. Von V. KOHLSCHÜTTER. Leipzig, bei B. G. Teubner, 1917. X und 335 Seiten. Preis 10 M. 60 Pf. mit den üblichen Zuschlägen.

Das vorliegende Buch versucht die eigenartigen Erscheinungen, die sich an Zerteilungen feinster Art abspielen, in Zusammenhang mit den bekannten Vorgängen zu bringen, die sich sonst in der Regel in der physikalischen Chemie abgehandelt finden. Es bietet so nicht nur fesselnde Hinweise auf die Bedeutung, welche die Kolloidchemie bereits für Erklärung von Tatsachen der genannten Gebiete besitzt und noch gewinnen wird, sondern auch eine gewiss vielfach nützliche Wiederholung so mancher wichtigen Lehren und Erklärungen, die derart nicht nur wieder ins Gedächtnis zurückgerufen werden, sondern auch, von neuartigem Gesichtspunkt betrachtet, sich der Erinnerung erneut und besser einprägen. So möchte ich annehmen, dass es zumal dem physikalischen Chemiker willkommen sein wird. Aber auch der Chemie in etwas weiterer Form lehrende Dozent oder Lehrer wird so manchen Zusammenhang, so manchen feinen Hinweis gern in seine Ausführungen aufnehmen. Dass dabei die Kolloidchemie eigentlich nahezu ausschliesslich nach ihrer allgemeinen Seite, nicht nach den Einzelerscheinungen hin Beachtung findet, wird für diese Zwecke eher als Vorzug zu betrachten sein, da das Verwirrende der vielgestaltigen Bilder an allerlei Stoffen und unter mannigfachen Bedingungen fortfällt, das der Kolloidchemie anhaftet, und das Zurechtfinden auf ihrem Gebiet nun einmal erschwert.

Für den Wissenschaftler allerdings, der sich der Kolloidchemie zuwenden will, um für sein Sonderfach Belehrung zu erhalten, möchte ich dagegen das Buch gerade aus diesem Grunde für weniger geeignet halten. Es regt zunächst den nach besonderen Tatsachen und ihrer Erklärung Umschau haltenden zu wenig an, und bietet zu wenig Einzelheiten, von denen dann eine oder die andere das Goldkorn darstellen könnte, das den Suchenden nun zu planmässigem Abbau des Gebietes anregen würde. Mit einem Wort: Ausgezeichnet zur Belehrung, wenn eingehendes Suchen von Kenntnissen beschlossene Sache ist, um den Grund zu legen und vergessene Lehren anschliessender Gebiete wieder in Erinnerung zu bringen. Wenig geeignet, um den Vertreter angewandter Fächer für die Kolloidchemie zu gewinnen, oder auch ihm für gewisse Einzelfälle Kenntnisse und Arbeitshypothesen zu schenken, die dann weiter zu Vertiefung der Anschauungen anregen.

Damit dürfte für den Agrikulturchemiker das Buch auch beurteilt sein. Für den nach Verbesserung, nach festem Grund ringenden Forscher, der über die Zeit dafür verfügt, ein sehr zu empfehlendes Buch für Anfangsstudien, denen dann die Beschäftigung mit Sonderfragen folgen kann. Sonst durch andere Bücher besser zu ersetzen, bis sich vielleicht das Bedürfnis geltend macht, alte Lücken auszubessern.

Der Landwirt dürfte in weitaus den meisten Fällen zu wenig Beziehungen zu ihm bekannten Erscheinungsgebieten in dem Buche finden, um die nicht ganz leichte Sache, dasselbe sorgfältig durchzuarbeiten, mit der nötigen Zähigkeit durchzuführen.

Von Einzelheiten ist mir aufgefallen, dass S. 6/7 die Heranziehung von Diamant, Graphit und Russ bei Besprechung der Aggregatzustände wohl leicht Verwirrung erregen kann. Was bei einer Vorlesung durch einige erklärende Worte verständlich wird, bedarf im Buch doch vielleicht einiger Hinweise; S. 82 ist für das Wasserstoffmolekül ein Durchmesser von 0,01 $\mu\mu$ als wahrscheinlich angegeben. Sollte nicht 0,1 $\mu\mu$ gemeint sein? Dass die Rahmbildung der Milch auf Übersättigung der Grenzfläche an schwer löslichem Stoff beruht, S. 100, ist derart wohl nicht richtig, sonst müssten ja auch die Grenzflächen gegen das Gefäss bei der Milch gleichfalls Rahmbildung aufweisen. Das spezifische Gewicht spielt hierbei, wie ja auch das Zentrifugieren der Milch zeigt, wohl die Hauptrolle. Anders mag die Hautbildung beim Kochen von Milch aufgefasst werden können. S. 191 heisst es, dass Teilchen von 1—0,1 μ noch von Papierfiltern zurückgehalten werden; S. 216 dagegen wohl richtiger, dass dabei die Grössen 1—0,5 μ in Betracht kommen. Solch kleiner Mangel an Einheitlichkeit findet sich noch S. 224, wo dargelegt wird, dass ausgesprochene Kristallindividuen auf ultramikroskopischem Gebiet kaum vorkommen können, und dass man erst verhältnismässig grossen Teilchen die kennzeichnenden Eigenschaften einer bestimmten Formart zuschreiben kann; dagegen bringt S. 329 die Anschauung, dass Natriumkriställchen in Amikronen- und Submikronenform Steinsalz blau färben. Ähnlich findet sich S. 241 die Angabe, dass Wasser zu den schwach ionisierenden Flüssigkeiten gehöre, und S. 258 die Meinung, dass die Fällungskraft eines Salzes bei Suspensionen bzw. Suspensoiden nicht von der Natur des Anions und Kations abhänge. Dass hier mindestens recht belangreiche Abweichungen vorkommen, vergleiche man u. a. in Ausführungen des Berichterstatters.[1]) Auch S. 283, in den letzten Reihen des ersten Abschnittes, S. 21, Ende des dritten Abschnittes und S. 307, ebenfalls in den letzten Reihen des ersten Abschnittes, wird noch die bessernde Hand ein wenig Nutzen stiften können.

Auf den letzten Druckbogen macht sich das Erscheinen dicker als die übrigen Lettern gedruckter Buchstaben wenigstens in meinem Bande etwas störend bemerkbar. Sonst ist die Ausstattung kriegsmässig, aber brauchbar, die Form des Buches angenehm handlich. Ich wünsche dem Werk, das ich gern und mit reger Anteilnahme gelesen habe, gute Verbreitung.

PAUL EHRENBERG.

Kolloidchemie; ein Lehrbuch. Von R. ZSIGMONDY. Zweite vermehrte und zum Teil umgearbeitete Auflage. Mit 5 Tafeln und 54 Figuren im Text. XVI und 402 Seiten. Leipzig, Otto Spamer, 1918. Preis gebunden 30 M., zuzüglich der üblichen Zuschläge.

---

[1]) P. EHRENBERG, Die Bodenkolloide, 2. Auflage (1918), besonders S. 566, auch Anmerkung 5. Weiter S. 564, 298, 36.

Wer behufs eingehender Beschäftigung mit kolloidchemischen Fragen in Agrikulturchemie oder Landwirtschaft sich zunächst eine Grundlage über das zeitgemässe Wissen auf dem Gebiet der allgemeinen Kolloidchemie verschaffen will, bevor er sich der Anwendung dieses Wissenschaftszweiges auf seinem eigenen Gebiete zuwendet, wird nicht gut an dem hier zu besprechenden Buche vorüber gehen können.

Schon die erste Auflage, die im Jahre 1912 erschien, wurde von vielen Seiten als wesentliche Bereicherung der vorhandenen Literatur dieses Sondergebietes begrüsst; die des Krieges halber erst jetzt erschienene zweite Auflage tritt uns noch wesentlich vorvollkommnet entgegen. Freilich, auch in ihr fehlt, wie das bei einem Lehrbuch der allgemeinen Kolloidchemie nicht so sehr Wunder nehmen kann, jede Bezugnahme auf agrikulturchemische oder landwirtschaftliche Fragen. Ob es nicht am Platze wäre, auch dem Leser, der sich mit der reinen Kolloidchemie beschäftigen will, gelegentlich einen Ausblick auf die Bedeutung und die Probleme so mancher angewandten Zweige dieses Faches zu geben, mag verschieden beurteilt werden. Ich meine, dass doch vielleicht, wenn schon nicht hier und da im Text, wie es z. B. für die Medizin geschah, so doch in einem besonders angegliederten Abschnitt wenigstens Hinweise auf einige der wichtigsten Vorgänge aus den verschiedenen Gebieten der angewandten landwirtschaftlichen Kolloidchemie, so z. B. Keramik, Bodenkunde, Stärkeindustrie, Bäckerei, Molkereiwesen usw., einen Platz hätten finden dürfen, wie ebenso kolloidchemische Fragen der Analyse, der Geologie und Mineralogie, und vieler anderen Gebiete derart berücksichtigt werden könnten. Gerade ein Lehrbuch mag doch auch dem Lernenden in einem Schlussabschnitt Gelegenheit geben, zu ermessen, auf welchen Gebieten denn nun das Gelernte mit Aussicht auf Erfolg anzuwenden sein mag. Dabei kann ja immer tunlichste Kürze obwalten, und für Näheres auf Sonderabhandlungen verwiesen werden.

Trotz dieser Lücke, welche unsere Berufsgenossen in dieser Hinsicht in Zsigmondys Buch finden, muss es ihnen auf das wärmste empfohlen werden. Freilich wird es als Lehrbuch ein ziemlich eifriges Lernen verlangen, um seine rechten Früchte zeitigen zu können. Dann aber dürfte der sorgfältige Leser mit Genugtuung feststellen können, dass er auf dem immerhin nicht so einfachen und übersichtlichen Gebiet einen vorzüglichen Führer gehabt hat.

Im einzelnen sei gesagt, dass die neue Auflage um nahezu den dritten Teil erweitert ist, und nicht nur vielen neuen Forschungsergebnissen dabei Rechnung trägt, sondern auch so manche Darlegung einleuchtender und klarer bringt. Auf einleitende Ausführungen folgt ein kurzer Abschnitt über Systematik, dann die sehr bedeutungsvollen Angaben über die physikalischen Grundlagen der Kolloidchemie und über Gel- und Solbildung. Diese annähernd 140 Seiten werden für den Landwirtschaftler und Agrikulturchemiker besonders wichtig sein. Dann folgen Angaben über kolloide Metalle, wie kolloide Metalloide, die für uns weniger hervortreten; dagegen wird wieder den 30 Seiten der Besprechung kolloider Kieselsäure recht erhebliche Beachtung geschenkt werden müssen, wie dem kürzer behandelten kolloiden Eisenoxyd. Die weiterhin besprochenen organischen Kolloide bieten uns weniger in dem Abschnitt Seifen oder Farbstoffe, als in der Darstellung der Eiweisskörper und ihres Verhaltens wieder wichtige Darlegungen, während freilich das hier uns vor allem wichtige Kasein nur eine verhältnismässig knappe Darstellung finden konnte.

Wenn einige kleine Hinweise auch nur dazu beitragen können und sollen, den Wert des Buches durch den Kontrast um so klarer erscheinen zu lassen, so mögen sie für eine gewiss in Kürze zu erwartende Neuauflage doch gelegentlich einigen Nutzen zu bringen vermögen. Daher sei darauf hingewiesen, dass z. B. S. 63, Abschnitt 3 und 4 und weiter, ebenso S. 77, vorletzter und letzter Abschnitt und weiter, die Darlegung vielleicht etwas deutlicher sein könnte. S. 115 finden sich Angaben über das Erfrieren der Pflanzen und Tiere, die den sehr verwickelten Verhältnissen nicht ganz gerecht werden dürften. Doch das sind Kleinigkeiten, wie noch mehr, dass S. 76 und 92 „adsorbierend“ bzw. „Adsorbens“ wohl durch „adsorbierbar“ und „adsorbierten Stoff“ ersetzt werden müssen. Vielleicht der Klarheit halber mit Rücksicht auf den Lehrzweck des Buches beabsichtigt, aber doch wieder die Tatsachen wohl nicht völlig erschöpfend, ist dagegen bei den Ausführungen über die Peptisation, S. 122—129 der Umstand, dass fast stets nur der Adsorption des Anions durch das Kolloidteilchen gedacht wird. Nach dem von verschiedenen Seiten für die Fällungswirkung und entsprechend wohl auch für die Peptisation angenommenen Antagonismus der zusammengehörigen Ionen ist es wohl richtiger, eine Adsorption beider Ionen, des Anions wie des Kations anzunehmen, wobei das für die Ladung entscheidende natürlich in vermehrtem Umfange adsorbiert werden muss. S. 183 oben wird denn auch hiermit gerechnet, aber die für den erfahrenen Fachmann gewiss ausreichend erscheinende Angabe mag doch für den lernenden Leser einige weitere Worte der Darlegung verdienen, da sonst die Formelbilder leicht zu diesbezüglichen Irrtümern führen möchten. — S. 200 findet sich ein sinnentstellender Druckfehler: „durch Säuren wird das Zirkonium im allgemeinen gefällt, nicht aber durch Weinsäure und Pikrinsäure“ heisst es da. während richtig der Satz lauten müsste: „durch Säuren wird es im allgemeinen nicht gefällt, wohl aber durch arsenige und Pikrinsäure, auch durch Weinsäure.“ — Die S. 236 geäusserte Ansicht, dass Zerspringen trockenen Kieselgallerts in Wasser auch durch Kompression der eingeschlossenen Luft bedingt sei, neben den schon von Bütschli hervorgehobenen Spannungen im Gel, mag ja nicht unrichtig sein. Immerhin scheint mir die von mir seinerzeit beobachtete Tatsache,[1]) dass trockenes Humusgel auch im Raum über verdünnter Schwefelsäure äusserst lebhaft zerspringt, die Bedeutung der Spannungen im sich anfeuchtenden Gel als wesentlich hervortreten zu lassen.

Zum Schluss sei noch ein Druckfehler erwähnt: In den Tabellen S. 78 und 79 muss es heissen: Millimol 10^{-3} $^1/_2$ $CaCl_2$.

Möge Zsigmondys Buch ebenso wie in vielen anderen Fächern sich auch für Agrikulturchemie und Landwirtschaft als Einführung in das Gebiet der Kolloidchemie bewähren.

Paul Ehrenberg.

Einführung in die physikalische Chemie. Von J. Walker. Zweite vermehrte Auflage, nach der 7. Auflage des Originals übersetzt und herausgegeben von H. v. Steinwehr. X und 503 Seiten mit 62 Abbildungen. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Co., 1914. Preis gebunden 14 M.

---

[1]) P. Ehrenberg, Bodenkolloide, 2. Auflage (1918), S. 61.

Der Agrikulturchemiker, sei er bereits in leitender Stellung, oder noch Assistent, und in noch weit höherem Grade der Landwirtschaftswissenschaftler, wird mit dem Neuauftauchen so mannigfacher Fragen in seinem Arbeitsgebiet häufig das Bedürfnis empfinden, seine entweder überhaupt wenig umfassenden Kenntnisse auf dem Gebiet der physikalischen Chemie ein wenig zu erweitern, oder so manches, was in der Berufsarbeit dem Gedächtnis entfallen war, wieder aufzufrischen.

Nun ist leider eine physikalische Chemie für den Agrikulturchemiker, die auch für den Landwirtschaftler ausserordentlich nützlich wirken müsste, noch ungeschrieben. Es wird wohl auch noch längere Zeit ein derartiges Buch, das zweifellos einem wirklichen Bedürfnis entsprechen und ungemein viel Nutzen stiften würde, ein frommer Wunsch bleiben. Denn es ist unzweifelhaft eine schwere Aufgabe, die nur von einem tüchtigen physikalischen Chemiker gelöst werden kann, der selbst Neigung und Fähigkeit hat, sich in ein anderes Wissensgebiet mit Erfolg hineinzufühlen, und der dabei dort, wo es ihm etwa an dem einen oder anderen Punkte selbst fehlt, durch erfahrene Kollegen aus Agrikulturchemie und Landwirtschaft ausgiebige Beratung erfährt.

Bis wir so weit kommen, wird aber vermutlich noch einige Zeit vergehen, und bis dahin muss Landwirtschaft und Agrikulturchemie ihre Kenntnisse auf dem Gebiet der allgemeinen und physikalischen Chemie zu erwerben suchen, wo es eben geht. Hierfür wird auch das hier zu besprechende Buch in Betracht kommen, und besitzt dafür unzweifelhafte Vorzüge, womit nicht gesagt sein soll, dass es nicht auch andere geeignete Bücher für den genannten Zweck gäbe. Immerhin ist J. Walkers Buch klar geschrieben, setzt wenig voraus, bietet keine verwickelten Rechnungen und Ableitungen. Freilich könnte mancher Abschnitt für die hier in Frage kommenden Zwecke erheblich gekürzt sein, und besonders fehlt es natürlich ganz an Bezugnahme auf landwirtschaftliche und agrikulturchemische Fragen, die erst den aus diesen Fächern stammenden Leser anregen und in verstärktem Maſse fesseln würde. Aber solche Absicht hat ja auch dem Verfasser durchaus fern gelegen. Dafür sind ausserordentlich wichtige Gebiete, wie Abschnitt 3: Chemische Gleichungen; 7: Löslichkeit; 10 und 11: Kinetische Theorie und Phasenregel; 13: Hydrate; 17: Eigenschaften gelöster Stoffe; 18 und 19: Osmotischer Druck und Gasgesetze für verdünnte Lösungen und sich daraus ergebende Folgerungen; 22: Kolloide Lösungen, und dann eine ganze Reihe von Abschnitten, welche die Ionentheorie und ihre Anwendung auf Fragen der physikalischen Chemie bringt, gut und für den mit tatkräftigem Fleiss arbeitenden Leser verständlich dargelegt.

Solange wir keine physikalische Chemie für den Agrikulturchemiker und Landwirt besitzen, wird auch das Buch von J. Walker als neuzeitlich und verständlich für unsere Berufsgenossen Beachtung verdienen.

Paul Ehrenberg.

Untersuchungen über das bosnische Pferd und seine Verwendung als Tragetier im Gebirgskriege. Von Dr. Adolf Staffe, Ökonomieleiter im K. und K. Hofgestüt Lippiza. Mit 2 Bildertafeln. Druck und Verlag von Karl Gerolds Sohn, Wien und Leipzig, 1918. 28 S.

Der Verfasser hatte als Infanterieoffizier an Hochgebirgsfronten des Balkan Gelegenheit, die Leistungen des bosnischen Pferdes persönlich kennen zu lernen. Die kleine Schrift stellt die Wiedergabe seiner Beobachtungen wieder. Das darin niedergelegte Urteil ist ohne Heranziehung weiterer Literatur selbständig gebildet, und zwar auf Grund von Messungen, bei denen die zum Gebirgsdienst besonders befähigenden Teile des Körpers vor allem berücksichtigt wurden und auf Grund von Betrachtungen über Leistungen und Eigenschaften, insbesondere Schrittsicherheit, Schrittlänge, Schrittschnelligkeit, Futterverwertung. Die Art der Beladung und Belastung ist in einem besonderen Kapitel geschildert. Das Ergebnis der Arbeit ist kurz folgendes: Das bosnische Pferd gehört zu den kleinen Gebirgspferden des Balkans und ist durch seinen Körperbau zum Tragetier im Gebirge sehr geeignet. Es ist von kräftiger gedrungener Gestalt mit guter Rückpartie, mit breiter, tiefer Brust, so dass Lunge und Herz weiten Raum haben, ferner mit kräftiger Nachhand, die die Hauptsteigearbeit zu leisten vermag. Besonders charakteristisch ist die starke Röhrenentwicklung. Infolge seines Körperbaues ist das bosnische Pferd schrittsicher bei verhältnismässig im Vergleich z. B. zum mährischen Tragetier grosser Schrittlänge. Das bosnische Pferd ist ein guter Futterverwerter, genügsam und abgehärtet und bildet für Österreich-Ungarn für den Gebirgskrieg und auch zu wirtschaftlichen Zwecken ein wertvolles Tragetier, dessen Zucht zu diesem Zweck zu fördern ist. Die Beschirrung ist einfach und billig.

Dem Rat des Verfassers von der Verwendung arabischer Hengste bei der Zucht kann nur beigetreten werden. Wertvoll sind die Mafse und sehr gut und naturgetreu die Abbildungen.

HENSELER.

Biotechnologie der Fleisch-, Fett- und Milcherzeugung im landwirtschaftlichen Grossbetriebe für naturwissenschaftlich gebildete Landwirte. Von Dipl.-Ing. KARL EREKLY, Direktor der Viehverwertungsgenossenschaft ungarischer Grossgrundbesitzer, Budapest. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1919. 84 S. Text. Preis 4 M. (hierzu 20 % Teuerungszuschlag).

Der Krieg hat erwiesen, dass wir in Deutschland in unserer Nahrungsmittelerzeugung den eigenen Bedarf nicht decken, sondern, dass wir in hohem Mafse auf das Ausland angewiesen sind. Diesem Umstande ist es mit zu verdanken, dass das Ende des Krieges so unerfreulich ausgefallen ist. Es wird eine der ersten Aufgaben sein, nach Möglichkeit dem Mangel in der Nahrungsmittelerzeugung abzuhelfen, um das Vaterland in dieser Beziehung möglichst unabhängig vom Auslande zu machen. Diesem Bestreben widmet sich der Verfasser in seinem Buche über Biotechnologie vor allem in bezug auf Fleisch-, Fett- und Milcherzeugung. Der Verfasser geht davon aus, dass die landwirtschaftliche Lebensmittelerzeugung eigentlich eine angewandte physiologische Chemie ist, und meint, dass durch richtige Anwendung dieser physiologischen Chemie in kapitalistisch organisierten landwirtschaftlichen Grossbetrieben der Erfolg nicht ausbleiben kann, um ein Land wie Deutschland aus eigener Kraft, auf eigenem Boden zu ernähren. Zum Vergleich zieht er

die Erfolge der chemischen Industrie heran, die nur durch richtige Anwendung der Naturwissenschaften erzielt sind. Der Inhalt des Buches ist in folgende Kapitel eingeteilt:

1. Die in der Biotechnologie vorkommenden Rohstoffe und fertigen Produkte. Die Bausteine.

2. Wie baut der tierische Organismus das Pflanzenfutter zu Fleisch, Fett und Milch um? Biotechnologische Grundbegriffe.

3. Wie sollen die landwirtschaftlichen Nutztiere gefüttert werden? Grundriss der Fütterungslehre.

4. Welche Organe wirken im tierischen Körper auf die Fleisch-, Fett und Milchproduktion ein? Innere Sekretion.

Anhang: Die Biotechnologie im Dienste der Volksernährung.

Im ersten Kapitel weist der Verfasser nach, dass sämtliche Zellen der Tier- und Pflanzenwelt ohne Ausnahme aus denselben Baustoffen, d. s. Monosaccharide, Alkohole, Karbon- und Aminosäuren, Purine und Pyrimidine, ferner die anorganischen Salze, zur Hauptsache die Kalium-, Natrium-, Eisen-, Magnesium-, Phosphor-Verbindungen zusammengesetzt sind. Die Natur versteht es mit wunderbarer Geschicklichkeit aus verhältnismäßig wenig Bausteinen eine unendlich grosse Anzahl zusammengesetzter Verbindungen herzustellen. ABDERHALDEN hat ja bekanntlich berechnet, dass eine Pflanzenzelle, der zwanzig Arten Aminosäuren als Eiweissbaustoff zur Verfügung stehen, wenn sie bloss die Reihenfolge dieser 20 Aminosäuren verändert, aus diesem allereinfachsten Falle 2×10^{18} Arten Eiweissstoffe bilden kann.

Wenn alle Bindungsmöglichkeiten angenommen werden, dürften genau soviele Arten Eiweiss in der lebenden Natur vorkommen, als Zellen auf der Erde vorhanden sind. Der Unterschied nun zwischen Tier- und Pflanzenzelle vom Standpunkt der Verdaulichkeit liegt darin, dass die letztere von einer Zellulosehülle umgeben wird, die der ersteren fehlt. Tierzellen, also Milch, Fett, Fleisch, liegen frei und können ohne weiteres vollkommen verdaut werden im Gegensatz zu Pflanzenzellen. Die Zellulosehüllen der Pflanzenzellen sind nun verschieden. Der Verfasser unterscheidet zwei Hauptgruppen, nämlich: eigentliche Pflanzengewebe mit einer Zellulosewand aus unverdaulichem Stützstoff (z. B. Heu, Klee) und Reserve-Pflanzenstoffgewebe (Kartoffelknolle, Runkelrübe, Gerste, Erbse) mit einer Zellulosehülle aus verdaulichem Nährstoff, der mit Hilfe von Fermenten verdaut werden kann.

Fleisch, Milch und eigentliche Pflanzengewebe stellen nun vollkommene Nährstoffe dar. Anders verhält es sich mit den Reserve-Pflanzenstoffgeweben, diese sind unvollkommene Nahrungsmittel, weil sie die für den höheren tierischen Organismus unentbehrlichen Aminosäuren und anorganischen Salze nur in kleinen Mengen enthalten.

Im zweiten Kapitel fasst der Verfasser die Grundsätze übersichtlich zusammen, nach denen der tierische Organismus als biotechnologische Arbeitsmaschine Lebensmittel erzeugt. Grundsätzlich ist daran festzuhalten, dass das Futter in seine Bausteine zerlegt wird und, dass aus diesen bei der Verdauung neu entstandenen Bausteinen neue Gewebe aufgebaut werden. Das Abbauen besorgt ausschliesslich die Verdauung. Das Aufbauen geschieht in den Organen des Körpers. Es gibt also zwei Möglichkeiten, die Entstehung neuer Gewebe zu fördern, nämlich entweder die Verdauung zu erleichtern, oder die auf-

bauenden Organe in ihrer Tätigkeit durch operativen Eingriff oder durch Zuchtwahl oder sonst zu stärken. Der Verfasser verfolgt beide Wege.

Im dritten Kapitel gibt er den Grundriss einer z. T. neuen Fütterungslehre. Vor allem weist der Verfasser nach, dass der Kalorienwert nicht dem Nährwert gleich gesetzt werden darf und dass die anorganischen Salze physiologisch den Eiweissarten und Kohlehydraten gleichwertige Nährstoffe bilden. Denn die Energiequelle der lebenden Organismen ist der Sauerstoff und wird nicht, worin die Abweichung von der gewöhnlichen Ansicht besteht, von den kohle- und wasserstoffhaltigen Verbindungen den Zellen zugeführt. Welche Zusammensetzung des Futters für die Fleisch-, Fett- und Milcherzeugung die geeignetste ist, das können wir danach auf Grund gewisser Naturgesetze erst dann berechnen, wenn wir uns mit dem Kalorienwert und Eiweissminimum nicht begnügen, sondern sämtliche unentbehrlichen Bausteine in Fütterungstabellen zusammenfassen und mit Hilfe dieser feststellen, welche Futtermischung das sicherste und beste Ergebnis hat.

Die einseitige auf energetischer Grundlage beruhende Ernährungs- und Fütterungslehre kann also nicht mehr den modernen Anforderungen genügen.

Im vierten Abschnitt zeigt der Verfasser Wege und Mittel an, durch operative Eingriffe die Leistung zu steigern. Der Kastration kommt indirekt Bedeutung für die Fleischerzeugung und Fettbildung zu. Die vegetativen Betriebsleistungen des Tieres, der Stoffwechsel und die Gestaltungsfunktionen der einzelnen somatischen Zellen, sind vom Willen des Tieres unabhängig und werden vom Endokrindrüsensystem in der Weise geleitet, dass die Drüsen einerseits innere Sekrete an das Blut abgeben, die durch dieses zu sämtlichen somatischen Zellen gelangen, andererseits mit Hilfe des autonomen Nervensystems auf jene Organe einwirken, die von den autonomen Nervensträngen durchzogen sind. Dieses Drüsensystem hat also die Kontrolle über Milch-, Fleisch- und Fettbildung. Die Milchbildung wird in starkem Mafse beeinflusst durch die Abscheidungen des befruchteten Eies. Die physiologischen Faktoren der Milchsekretion sind sonst zum grossen Teil noch unerforscht.

In dem Anhang zum Schluss weist der Verfasser an der Hand von statistischem Material, das zum Teil theoretisch errechnet ist, nach, dass in Deutschland mehr als 70 Millionen Menschen von den Erzeugnissen des eigenen Ackerlandes ernährt werden können. Es gehört allerdings dazu, dass die Naturwissenschaften weit mehr wie bisher angewandt werden, dann lässt sich die Produktion aufs Doppelte vermehren. Es liegt umsomehr Grund vor, an die Vermehrung unserer Erzeugnisse zu denken, als in den Kriegsjahren bis zum gegenwärtigen Augenblick nur wenig die Förderung der Produktion allgemein ins Auge gefasst wurde, sondern die Brüderlichkeit im Aufteilen im Vordergrund des Interesses stand.

In den sehr geistreichen Ausführungen des Verfassers sind vor allem der Fütterungslehre und auch der Züchtungslehre neue Bahnen gewiesen, die wohl zu beachten sind, da sie grosse Fortschritte versprechen.

Prof. Dr. H. HENSELER.

Die Bedeutung des Schafes für die Fleisch-Erzeugung. Von Ökonomierat M. HERTER †, Berlin-Friedenau und Tierzuchtdirektor Dr. G. WILSDORF, Berlin. Mit einem

Titelbild, 106 Textabbildungen, 20 Lichtdrucktafeln und einer farbigen Tafel. 616 S. Text. Heft 295 der Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Berlin, 1918.

Die Schafzucht bildet das traurigste Kapitel der deutschen Tierzucht. Es gab in Deutschland:

Anfang der 60er Jahre	rund	28	Millionen	Stück,
am 10. Januar 1873	„	25	„	„
„ 10. „ 1883	„	19.2	„	„
„ 1. Dezember 1892	„	13.5	„	„
„ 1. „ 1900	„	9.7	„	„
„ 1. „ 1904	„	7.9	„	„
„ 2. „ 1907	„	7.7	„	„
„ 1. „ 1912	„	5.8	„	„
„ 1. „ 1913	„	5.5	„	„
„ 1. „ 1914	„	5.4	„	„
„ 1. „ 1917	„	4.9	„	„
„ 1. „ 1918	„	5.3	„	„ .

Die Gründe für diesen Rückgang sind mannigfacher Art. Eine der Hauptursachen ist zweifelsohne der Eintritt der überseeischen Konkurrenz vor 5 Jahrzehnten gewesen. In Australien, in Südamerika, in den La Plata-Staaten, in der Kapkolonie in Südafrika, in Nordamerika entstanden riesige Schafherden, deren Unterhaltung weit billiger war, als in Deutschland. Die Transportverhältnisse verbilligten und vereinfachten sich dazu immer mehr und die Wolle dieser Herden eroberte den Weltmarkt. Diese Entwicklung wurde zu ungunsten für Deutschland beschleunigt dadurch, dass durch freie Einfuhr unsere Textilindustrie aus diesen ausländischen Wollmassen mit Rohstoff reichlich und billig versehen wurde. So konnte die Textilindustrie spielend 10—20 % Dividende verteilen, während schliesslich die deutschen Schäfereien sich kaum mit 2 % rentierten. Es kam hinzu, dass der Markt nicht mehr die feineren glatten Tuche verlangte. Deshalb konnten die Überseewollen mit den feinen und mittelfeinen Wollen, die in Deutschland mit vielem Aufwand an züchterischer Arbeit erzeugt wurden, erst recht konkurrieren, da die gröberen Wollen zur Herstellung rauherer Stoffe, englischer Tuche genügten. Der Geschmack war hier anders geworden. Früher hielt ein Anzug viele Jahre. Mit der Zeit kam die Mode auf, häufiger einen Anzug zu wechseln. Der Verbraucher verlor dabei jede Warenkenntnis und würdigte nicht mehr, und zwar zu Unrecht die Güte der Schafwolle. Aus diesem Grunde trat auch die Baumwolle immer mehr als Konkurrent der Wolle hervor. Die Kultur der Baumwolle nahm an Umfang zu. In Ägypten und Nordamerika entstanden grosse Plantagen. Zugleich gelang es der Technik, die Baumwolle tief schwarz zu färben, wodurch für diese eine gewaltige Verwendungsmöglichkeit gefunden war. Das Zeitalter der Surrogate und Verfälschungen war mittlerweile angebrochen und auf dem besten Wege, den letzten Rest von Urteilsfähigkeit beim Verbrauch zu vernichten. Hoffentlich hat die Not des Krieges wieder klar gemacht, dass nur aus Schafwolle gute, dauerhafte, warm haltende Stoffe angefertigt werden können, woraus eine bessere Zukunft für diese sich entwickeln vermag.

Es kam weiter hinzu, dass die Schafzüchter die Fühlung mit der Industrie immer mehr verloren. Man züchtete immer feiner gekräuselte Wollhaare, deren Eigenschaften schliesslich von der Technik nicht mehr in dem Maſse gewürdigt werden konnte, als Aufwand an züchterischer Arbeit geleistet war. Während man so immer und immer wieder ins Mikroskop schaute, übersah man die Folgen der Wechselbeziehung, die zwischen Wollfeinheit und feinem Körperbau bestand. Mit der Wolle wurde der Körper immer feiner und so hatte man schliesslich ein feines, leichtes, spätreifes Tier, allerdings mit feinster Wolle, das aber nicht mehr in die Zeit passte. Hier kam dann schliesslich ein Umschwung. Das Sprichwort: „Der Hammel ist der Prüfstein der Schäferei“, kam zur Geltung und die Fleischschafrichtung kam auf. Die Wollschafherden mit ihrer überschätzten Wolle wurden mehr und mehr abgeschafft oder der neuen Zuchtrichtung angepasst. Vielleicht hätte bei genügend Futter auf diese Weise die Schafzucht wieder an Bedeutung gewonnen. Mitten in dieser Entwicklung kam der Krieg über die deutsche Schafzucht. Tatsache ist, dass kurz vor dem Kriege ein grosser Teil der Schafe den frühreifen, schweren, z. T. englischen Fleischrassen angehörte. Aus diesem Grunde lassen sich auch die absoluten Zahlen des Bestandes der einzelnen Jahre schwer miteinander vergleichen. Die 5.4 Mill. vom 1. Dezember 1914 sind an Gewicht und auch in bezug auf den Umsatz ganz anders, ungleich höher zu bewerten, als die 25 Mill. vom 20. Januar 1873. Der Rückgang an Gewicht ist kleiner, als er sich im Zahlenverhältnis ausdrückt. Auch der Wert ist anders zu veranschlagen. Von 1873—1916 dürfte der Wert des Schafbestandes von etwa 300 Mill. M. auf etwa 200 Mill. gesunken sein. Der Marktwert von 1914 ist entsprechend höher anzusetzen. Durch den Krieg sind erst recht alle Werte umgeändert und verschoben, so dass es sehr schwer sein dürfte, heute schon ein klares Bild zu erhalten.

Verschärft wurde dann weiter die Lage der deutschen Schafzucht durch die bekannte Intensivierung der Landwirtschaft. Die Gemeinde- und Ödländereien verschwanden. Grosse Weideflächen wurden umgebrochen, die Brache verschwand mehr und mehr. Schneller und grosser Umsatz war die Losung, der die Wollschafzucht nicht gerecht werden konnte. Zur Schafzucht war ein besonderer Apparat notwendig. Die Haltung und Werbung eines Schäfers machte bei den veränderten Arbeiter- und Lohnverhältnissen Schwierigkeiten. So kam es, dass zugleich viele Besitzer die Lust an der Schafzucht verloren. Die Billigkeit der Preise für die erzielten Produkte, das Schwanken der Preise, die Bequemlichkeit trugen dazu bei, dass die Schafzucht aus der Mode kam und ein Besitzer nach dem andern schaffte, zugleich durch das Beispiel, das der Nachbar gab, verlockt, seine Schafe ab. Dann ist noch ein besonders schwerwiegender Grund für den Rückgang der Schafzucht anzuführen, das ist die Konkurrenz des Schweines. Hier sehen wir eine umgekehrte Entwicklung wie beim Schaf. Während Anfang der 60er Jahre nur 6.4 Mill. Schweine in Deutschland vorhanden waren, war deren Zahl kurz vor dem Kriege auf über 25 Mill. Stück gestiegen. Der Grund für den Aufschwung der Schweinezucht gegenüber der Schafzucht lag neben dem wirtschaftlichen Nutzen, den das anpassungsfähige, schnellwüchsige sich stark vermehrende Schwein bot, in der Beliebtheit, die sich das Schweinefleisch in der deutschen Bevölkerung erwarb. Es ist hier im Verlauf der letzten 50 Jahre eine Änderung im Geschmack und damit im Verzehr festzustellen. Die Deutschen sind keine

Schaffleischesser mehr wie in den 60er Jahren, sie sind Schweinefleischesser geworden. In England herrscht noch die alte Vorliebe für Schaffleisch vor. Dort fehlt „Mutton“ ja fast bei keiner Mahlzeit. Schaffleisch hat einige Nachteile, die bei den Hausfrauen in sehr schlechtem Rufe stehen. Schaffleisch kocht sich sehr stark zusammen; der Talg hat einen starken, vielfach unschönen Geschmack, er hat einen hohen Schmelzpunkt, wird also sehr leicht hart und ist dann nach deutschem Geschmack sehr schwer geniessbar. Schweinefleisch hat alle diese Nachteile nicht. Hier in der Geschmacksänderung vollzieht sich augenblicklich in Frankreich ein ähnlicher Umschwung, wie er in Deutschland bereits vollzogen ist. Schweinefleisch hat auch sonst, wie wissenschaftlich nachgewiesen, einen viel höheren Verbrennungswert wie Schaffleisch. Es wurden ermittelt für 1 kg Schaffleisch 3280 Kalorien, dagegen für 1 kg Schweinefleisch 4600 Kalorien.

Das wäre in grossen Zügen die Entwicklung unserer Schafzucht bis zum Kriege. Im Kriege trat nun die Bedeutung der Schafzucht als Wolllieferant besonders hervor, und es setzten eine grosse Reihe von Bestrebungen ein in Wort und Schrift und Tat, und zwar privater wie staatlicher Natur, um die Schafzucht wieder zu heben. Aber selbst das Schlachtverbot der Lämmer vermochte nicht die Zahl der Schafe in nennenswertem Maſse zu heben. Alle die angewandten Mittel sind nicht in der Lage, eine jahrzehnte lange Entwicklung zu beeinflussen. Die Landwirtschaft wird aus sich selbst heraus wieder eine Schafzucht gründen müssen, wenn die Wogen der Zeit sich etwas beruhigt haben. Der Preis der Wolle wird im Vergleich zum Fleischpreis wieder steigen. Dadurch, dass im Verbrauch des Kraftfutters eine Einschränkung in Zukunft erfolgen muss, wird die Mast wachsender Tiere, speziell die Lämmermast, unterbleiben. Die frühreifen Rassen überhaupt werden wieder an Boden verlieren. Nach diesen Gesichtspunkten ist ein Emporkommen der Landschafrassen, die in der Lage sind, sich den natürlichen Verhältnissen gut anzupassen, vorauszusehen. Die Zuchten des Milchschafes und der Karakuls werden ihre eigene Weiterentwicklung dabei finden. Das vorliegende Buch nun will eine Lanze brechen für die Schafzucht, indem vor allem die Bedeutung des Schafes als Fleischtier ins rechte Licht gerückt wird. Die Bedeutung des Schaffleisches für die Ernährung der Bevölkerung in Deutschland ist im Laufe der Zeit eine sehr geringe geworden.

Von 50 kg Fleisch, die z. B. 1911 aus inländischen Schlachtungen auf den Kopf der Bevölkerung zur Verfügung standen, entfielen auf Schaffleisch nur 1.1 kg, d. i. 2.2 %, auf Schweinefleisch dagegen 32.1 kg, d. i. 64.5 %. Die Bedeutung des Schaffleischkonsums ist damit bald auf den Grad des Pferdefleischverbrauchs gesunken. Mit demselben Recht könnte also ein ähnliches Buch wie das vorliegende über die Bedeutung des Pferdes für die Fleischerzeugung geschrieben werden. Dieselben beiden Verfasser haben zwei ähnliche Werke für die D. L. G. verfasst, betitelt: Die Bedeutung des Rindes und die des Schweines für die Fleischerzeugung. In dem vorliegenden Werk, das man fast ein Handbuch über Schafzucht nennen könnte, sind eine sehr grosse Menge von Ansichten über die Entwicklung und Geschichte der Schafzucht und ihre Bedeutung und ferner über Rassenfragen zusammengetragen. Das Buch setzt sich zum grossen Teil aus solchen zusammengetragenen Einzelheiten zusammen, wobei die Verfasser natürlich reichlich Gelegenheit finden, ihren eigenen Standpunkt zum Ausdruck zu bringen.

Grade die letzte Zeit, in der alles sich bemüht, für die Förderung der Schafzucht einzutreten, waren in den Zeitschriften eine Fülle von Meinungsäusserungen z. T. sich widersprechender Art zu finden, deren wesentlicher Inhalt z. T. mit in dem vorliegenden Werk verarbeitet ist, so dass diesem in dieser Hinsicht ein enzyklopädistischer Wert zukommt.

Zu rügen ist, dass als Bild von „Mufflons“, die bekanntlich eine der Stammwildformen unseres Hausschafes bilden, eine schlechte Photographie aus dem Jardin des Plantes, Paris, wiedergegeben ist. In fast allen deutschen zoologischen Gärten gibt es prachtvolle Mufflons, die sogar in Rudeln im Ostharz zu finden sind, wo sie als Wild ausgesetzt sind. Letzteres halte ich allerdings für ein geschmackloses Verfälschen unserer herrlichen deutschen Jagdtierwelt. Sollte da kein anderes typisches Bild für die Betrachtung von Abstammungsfragen zu finden gewesen sein? Weiter vermisse ich beim Aufzählen der Karakulherden in Deutschland die Stammzucht aus dem Haustiergarten von Halle, von der doch die ganze Bewegung ausgegangen ist. Auch Hagenbeck, Stellingen, hat solche Schafe abzugeben, und sonst sind in Deutschland wohl ein Dutzend Zuchtherden bereits vorhanden. Das hat dazu geführt, dass am 19. Februar d. Js. unter Leitung von Prof. Frölich-Halle in Berlin die Vereinigung deutscher Karakulzüchter gegründet ist.

Interessant ist beim Kapitel über Knochenentwicklung die Feststellung, dass Züchter und Fleischer in der Knochenfrage auf entgegengesetztem Standpunkt stehen. Letzterer nimmt entschieden einen falschen Standpunkt ein, wenn er feine Knochen bevorzugt. Im übrigen wird die Knochenentwicklung nicht nur, wie sonst meist hervorgehoben, durch Zufütterung von geeigneten kalkreichen Futterstoffen, insbesondere Futterkalk begünstigt, sondern vor allem durch Fütterung von eiweissreichen Futtermitteln. Der Knochen besteht eben nicht nur aus phosphorsaurem Kalk, sondern zur Hauptsache aus Leim, das ist Eiweiss. Es würde jedoch zu weit führen, auf mehr Einzelheiten einzugehen.

Hervorgehoben sei noch, dass 20 prachtvolle Lichtdrucktafeln von geschlachteten Schafen und eine farbige Tafel über die Fleischteile des Hammels wissenschaftlich besonders wertvoll und originell sind.

Prof. Dr. Henseler.

Beziehung zwischen Parzellengrösse und Fehler der Einzelbeobachtung bei Feldversuchen.

Von

Dr. H. VAGELER, Königsberg i. Pr.

(Mit einer Textabbildung.)

Die Ansichten über die zweckmässigste Grösse der Parzellen bei Feldversuchen sind verschieden (Pfeiffer, Roemer); eine experimentelle Prüfung der Frage durch Montgomery, Mercer und Hall, Larsen u. a. ergab im allgemeinen eine Verringerung des Fehlers der Einzelbeobachtung mit Vergrösserung der Parzellen (s. a. Bilger, Hummels, Harnoth).

Die vorliegenden Versuche wurden in folgender Weise angestellt:

Versuchsfrüchte: Roggen, Hafer, Kartoffeln, Wruken. Kurz vor der Ernte der betreffenden Früchte wurde die Versuchsfläche je 128 Parzellen bei Roggen und Hafer, 2.5 . 10 = 25 qm, bei Kartoffeln 2 Furchen tief = 1.5 . 5 = 7.5 qm, bei Wruken 3 Reihen = 2 . 2.5 = 5 qm gross abgesteckt; bei der Ernte wurden die Pfähle durch Stangen verbunden, die Parzellen einzeln abgeerntet und sofort auf dem Felde gewogen. Die Parzellen lagen in je einer Reihe mit den Längsseiten aneinander stossend. Der Boden schwach wellig, ziemlich stark wechselnd. Nachstehend sind die Einzelresultate in Kilogramm pro 25 resp. 7.5 resp. 5 qm aufgeführt:

(Siehe die Tabelle auf S. 98 und 99.)

Es bedeuten dieselben beim Getreide: Korn und Stroh, bei den Kartoffeln nur die Knollen, bei den Wruken: Wurzeln und Blätter. Für die weitere Verwertung sind diese Einzelresultate zu je 2, 4 und 8 summiert, so dass auf diese Weise die Resultate von Parzellengrössen von 50, 100, 200 qm bei Getreide, 15, 30, 60 qm bei Kartoffeln, 10, 20, 40 qm bei Wruken erhalten werden.

Nummer	Roggen	Hafer	Kartoffeln	Wruken	Nummer	Roggen	Hafer	Kartoffeln	Wruken
1	20.0	10.6	8.0	27.0	47	23.0	13.3	10.2	17.7
2	22.0	11.6	8.0	25.0	48	29.0	11.4	9.2	18.0
3	21.5	10.0	9.3	26.0	49	29.0	10.8	9.1	20.0
4	20.5	10.2	9.2	27.0	50	22.5	11.5	11.5	18.5
5	21.0	10.3	10.0	26.0	51	23.5	10.8	9.3	17.5
6	24.5	8.9	8.6	22.0	52	24.5	13.0	10.8	18.5
7	20.5	8.7	8.2	21.5	53	25.0	11.7	6.6	18.0
8	19.5	8.3	11.7	22.5	54	25.5	11.6	7.2	25.0
9	22.5	9.9	11.3	22.5	55	28.0	10.8	7.2	20.0
10	21.5	11.1	10.8	27.0	56	25.5	10.5	8.6	13.9
11	22.0	9.3	8.4	24.0	57	22.5	9.6	8.6	21.5
12	25.5	11.5	7.6	28.5	58	22.5	7.6	9.9	13.1
13	21.5	10.1	8.6	19.0	59	24.0	8.5	9.6	17.7
14	22.5	8.9	10.7	23.5	60	21.5	7.2	10.6	8.9
15	23.0	9.6	8.9	29.0	61	25.0	8.2	12.4	7.9
16	27.0	9.6	8.8	27.5	62	23.0	6.7	9.3	11.0
17	29.5	10.2	8.7	20.5	63	21.0	5.9	8.9	9.1
18	25.5	10.0	8.6	21.0	64	24.0	6.3	8.4	11.1
19	28.5	9.6	6.7	21.5	65	22.5	6.7	7.4	14.5
20	22.0	9.8	7.6	21.5	66	24.5	8.3	6.3	22.5
21	26.0	9.9	6.6	23.0	67	24.5	8.0	7.4	24.0
22	27.5	10.6	10.0	21.0	68	22.0	9.3	8.7	24.5
23	30.0	9.9	9.8	21.5	69	20.0	10.8	6.2	16.5
24	29.0	10.7	7.3	16.5	70	22.5	10.7	8.3	17.9
25	26.5	10.3	8.8	17.5	71	24.5	12.8	8.4	19.0
26	22.5	9.3	9.3	23.0	72	20.0	11.4	7.3	21.0
27	24.0	10.0	6.3	20.0	73	23.5	12.2	10.6	28.0
28	24.5	10.8	7.0	21.5	74	19.0	10.8	9.2	28.0
29	23.0	9.3	9.3	19.0	75	22.0	10.5	9.6	18.5
30	19.5	9.9	8.6	16.5	76	21.5	9.9	9.2	23.5
31	18.0	11.0	9.4	16.5	77	24.0	10.4	7.8	17.5
32	19.6	13.3	9.0	15.3	78	21.5	10.3	12.9	22.0
33	19.0	12.2	11.2	13.7	79	22.0	10.0	11.7	27.0
34	22.0	13.0	9.5	15.8	80	24.0	9.2	12.0	23.0
35	21.0	13.6	9.5	14.7	81	19.0	8.8	10.0	22.5
36	20.5	13.8	12.0	18.0	82	24.0	8.0	9.8	24.0
37	19.8	14.9	9.0	17.1	83	24.0	8.2	11.0	26.5
38	23.5	15.4	9.2	10.7	84	22.5	9.8	13.3	25.0
39	21.0	13.3	12.0	11.4	85	24.0	8.9	8.6	20.0
40	20.5	14.4	11.0	10.5	86	23.0	9.8	8.6	21.5
41	22.5	15.0	10.6	13.0	87	20.5	9.0	10.2	20.5
42	25.5	15.1	11.8	12.0	88	17.8	9.0	8.2	22.0
43	23.5	11.0	7.5	8.9	89	24.0	9.4	8.7	13.9
44	23.5	11.2	12.5	11.3	90	21.5	9.5	8.6	20.0
45	24.5	13.5	10.0	14.7	91	22.5	9.2	10.2	25.5
46	20.5	12.4	10.8	12.8	92	20.0	9.1	10.4	23.5

Nummer	Roggen	Hafer	Kartoffeln	Wruken	Nummer	Roggen	Hafer	Kartoffeln	Wruken
93	21.0	10.4	11.1	24.0	111	20.0	9.1	12.8	18.5
94	23.0	9.1	9.3	27.0	112	24.5	9.6	9.3	18.0
95	21.5	8.9	10.3	18.0	113	24.5	10.6	10.1	24.5
96	26.0	8.0	9.8	21.0	114	20.0	10.0	10.7	22.5
97	27.5	7.9	10.8	23.5	115	27.5	10.9	10.2	18.0
98	27.0	8.6	9.1	28.0	116	25.0	11.4	11.3	16.5
99	24.0	9.0	6.0	27.0	117	25.5	12.3	8.6	18.5
100	29.5	9.4	9.3	26.5	118	25.5	12.5	11.9	17.5
101	15.4	11.3	9.5	19.0	119	21.5	14.3	10.4	20.0
102	24.0	9.1	8.7	27.0	120	22.5	14.3	11.4	19.5
103	28.0	9.9	9.3	25.0	121	22.0	13.5	10.0	19.0
104	28.0	9.0	12.2	28.5	122	23.5	11.8	9.6	16.0
105	25.0	9.4	9.4	22.5	123	20.0	10.5	10.0	16.1
106	26.0	8.0	12.3	24.5	124	21.5	10.3	10.3	19.5
107	28.0	7.3	7.6	14.0	125	19.0	8.1	9.6	13.3
108	23.5	7.5	12.2	19.0	126	22.5	12.1	7.8	21.5
109	29.0	8.9	8.4	16.5	127	23.5	10.1	8.4	16.5
110	21.5	9.8	9.3	16.5	128	21.0	7.3	8.3	18.5

Bei Betrachtung der Einzelresultate, und bei graphischer Darstellung wird dieses noch deutlicher, fällt es auf, dass die Zahlen im allgemeinen recht unregelmässige Schwankungen aufweisen, dass sie durchaus die Merkmale zufälliger Fehler tragen (Rodewald, Harzer).

Legt man als Mafsstab für die Gültigkeit des Gaussschen Fehlergesetzes die Beziehung $\frac{2\,m^2}{t^2} = \pi$ zugrunde (Rodewald), worin m den mittleren, t den durchschnittlichen Fehler bedeutet (Baule), so ergibt sich

für Roggen . . .	die Zahl	3.148,
„ Hafer	„ „	3.390,
„ Kartoffeln . .	„ „	3.196,
„ Wruken . . .	„ „	2.999,

gegenüber dem tatsächlichen Wert $\pi = 3.141$. Die Resultate des Roggen- und Kartoffelversuchs würden demgemäss in erster Linie die Anwendung der Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung gestatten. Eine Gegenüberstellung von Roggen und Hafer ergibt andererseits folgendes Bild:

Abweichung vom Mittel	Roggen gefunden	Roggen berechnet	Hafer gefunden
mit dem Vorzeichen +	60	64	55
desgl. —	68	64	69
es liegen innerhalb			
M ± 1.0 r. . .	70	64	68
„ ± 2.0 „. . .	104	105	103
„ ± 3.0 „. . .	120	122	119
„ ± 4.0 „. . .	127	127	127

Der Anschluss an das Verteilungsgesetz ist somit bei beiden Versuchsreihen gleich befriedigend, unabhängig von dem für π gefundenen Wert.

Schon die Berechnung des „wahren" Fehlers (HOLTSMARK) musste gewisse Anhaltspunkte geben. Es ist dies im Folgenden in der Weise durchgeführt, dass die Summen der positiven und negativen Abweichungen vom jeweiligen Mittel (Σ v) in Prozent der jeweiligen Gesamtflächenernte ausgedrückt miteinander in Vergleich gesetzt sind.

Roggen.

Gesamtflächenernte	Parzellengrösse g	Σ v	In % der Gesamternte f	Berechnet
2965.1	25	285.5	9.63	10.09
	50	235.7	7.95	7.95
	100	183.7	6.20	6.13
	200	169.3	5.71	5.43

Die Werte folgen der Gleichung:

$$\log (f - 5.36) = 0.9375 - 0.0105\ g.$$

Hafer.

Gesamtflächenernte	Parzellengrösse g	Σ v	In % der Gesamternte f	Berechnet
1317.7	25	190.1	14.42	14.29
	50	173.8	13.18	13.18
	100	174.0	13.20[1]	11.94
	200	149.7	11.36	11.12

Die Werte folgen der Gleichung:

$$\log (f - 10.91) = 0.7007 - 0.0069\ g.$$

[1]) Bei der Berechnung wurde statt 13.20 der nach Verlauf der Kurve wahrscheinlichere Wert 12.0 eingesetzt.

Kartoffeln.

Gesamt-flächen-ernte	Parzellen-grösse g	Σv	In °/₀ der Gesamternte f	Berechnet
1211.0	7.5	160.0	13.21	12.80
	15	133.4	11.02	10.84
	30	110.4	9.12	8.92
	60	90.4	7.47	7.95

Die Werte folgen der Gleichung:

$$\log (f - 7.80) = 0.9148 - 0.0288\ g.$$

Wruken.

Gesamt-flächen-ernte	Parzellen-grösse g	Σv	In °/₀ der Gesamternte f	Berechnet
2539.5	5	515.3	20.29	20.79
	10	477.4	18.79	18.53
	20	423.7	16.68	16.12
	40	403.1	15.87	14.69

Die Werte folgen der Gleichung:

$$\log (f - 14.39) = 0.9959 - 0.0379\ g.$$

Die Gleichung hat die allgemeine Form: $\log (f - a) = b - c\ g$.

Die Grösse a gibt einen Mafsstab für den Minimalfehler, der selbst bei noch so starker Vergrösserung der Parzellen unter den vorliegenden Versuchsbedingungen nicht unterschritten wird. Je gleichmässiger der Bestand des Feldes, um so geringer der Wert von a: dementsprechend ist der Wert am niedrigsten bei Roggen $a = 5.36$, am höchsten bei Wruken $a = 14.39$, Kartoffeln und Hafer stehen in der Mitte, wie es mit den auf dem Felde gemachten Beobachtungen übereinstimmt. Die Grösse b ist der log der Differenz zwischen Maximal- und Minimalfehler. Abgesehen von Hafer, der auch mit dem für eine Parzellengrösse von 100 qm gefundenen Fehlerwert aus der Kurve herausfällt, dessen a-Wert ebenfalls durch seine Grösse beweist, dass sehr grosse Fehler, bedingt durch die Ungleichmässigkeit des Versuchsfeldes, vorgelegen haben müssen, weisen die b-Werte eine bemerkenswerte Übereinstimmung auf, d. h. das Gebiet, innerhalb dessen durch Vergrösserung der Parzellen eine Verringerung des Fehlers erreicht werden kann, ist annähernd konstant. Von der Steilheit der Kurve, d. h. der Grösse des c-Wertes hängt es ab, wie schnell dies Gebiet durchschritten wird, d. h. von welcher Parzellengrösse ab eine

weitere Vergrösserung derselben ohne Einfluss auf die Grösse des Fehlers ist: rechnerisch wird f für g = ∞ gleich a. Für g = 0 erreicht f den jeweiligen Maximalwert:

	f für g = 0 I.	f für g = 50 II.	f für g = ∞ a	I — II in % von I — a
Roggen . . .	14.02	7.95	5.36	70.09
Hafer. . . .	15.93	13.18	10.91	54.78
Kartoffeln . .	16.02	8.10	7.80	96.34
Wruken . . .	24.30	14.52	14.39	98.68

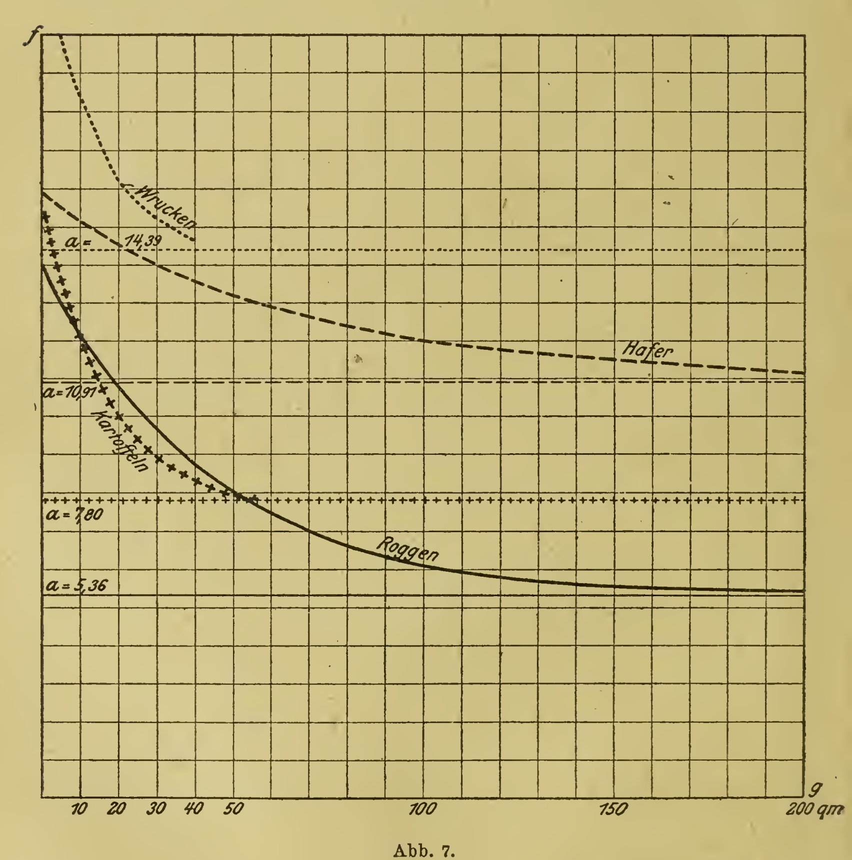


Abb. 7.

Durch eine Vergrösserung der Parzellen über 50 qm wird der Fehler bei Halmfrüchten nicht unbeträchtlich verkleinert, bei Hackfrüchten ist diese Massnahme fast wirkungslos (s. Abb. 7), ein Schluss, der selbstverständlich zunächst nur für die vorliegenden Versuchsbedingungen Gültigkeit hat.

Wie der „wahre“ Fehler, so sinkt auch der aus ihm abgeleitete wahrscheinliche Fehler (ausgedrückt in Prozent des jeweiligen Mittels) mit Vergrösserung der Parzellen.

Roggen		Hafer		Kartoffeln		Wruken	
Parzelle	Fehler	Parzelle	Fehler	Parzelle	Fehler	Parzelle	Fehler
25	8.16	25	12.24	7.5	11.24	5	17.22
50	6.78	50	11.23	15	9.40	10	16.02
100	5.32	100	11.32	30	7.84	20	14.32
200	4.99	200	9.93	60	6.51	40	13.86

Die bisherigen Resultate sind berechnet ohne Rücksicht auf die Ungleichmässigkeit des Bodens, lückigen Stand usw., Einflüsse, die den Fehler der Beobachtung vergrössern, und wenn sie sich auf grössere Teile des Versuchsfeldes erstrecken, als „systematische Fehler“ ausgeschaltet werden müssen. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, auf rechnerischem Wege den Fehler einer Beobachtung zu verkleinern. Fasst man die je vierten Parzellen zusammen, also Parzelle 1, 5, 9, 13; 2, 6, 10, 14; 3, 7, 11, 15; 4, 8, 12, 16, bildet aus den erhaltenen vier Zahlenreihen das Mittel mit dem wahrscheinlichen Fehler der Einzelbeobachtung und bildet endlich das Mittel der Summe nach der Formel:

$$a \pm r_a + b \pm r_b + c \pm r_c + d \pm r_d = \frac{a + b + c + d}{4} \pm$$
$$\pm \frac{\sqrt{r_a^2 + r_b^2 + r_c^2 + r_d^2}}{4},$$

so erhält man für Roggen folgende Resultate in Prozent des jeweiligen Mittels ausgedrückt:

Parzelle	Fehler
25	4.19
50	3.51
100	2.89
200	2.37

Das Verfahren ist selbstverständlich sehr willkürlich und wird auch nicht stets den gewünschten Erfolg haben; liefert für die vorliegende Frage ausserdem nichts Neues.

Den natürlichen Verhältnissen trägt man besser Rechnung, wenn die Resultate in Perioden zusammengefasst werden, wie sie sich angesichts der graphischen Darstellung ergeben. So wurden die Resultate bei Roggen in folgender Weise zusammengefasst:

Parzelle

25 qm. 1—6, 7—12, 13—17, 18—19, 20—24, 25—33, 34—38, 39—42, 43—46, 47—49, 50—55, 56—60, 61—63, 64—67, 68—69, 70—71, 72—73, 74—77, 78—80, 81—86, 87—88, 89—93, 94—98, 99—100, 101—104, 105—107, 108—109, 110—113, 114—115, 116—125, 126—128.

50 „ 1—3, 4—6, 7—9, 10—12, 13—16, 17—25, 26—41, 42—44, 45—50, 51—52, 53—57, 58—64.

100 „ 1—6, 7—8, 9—14, 15—19, 20—27, 28—32.

200 „ 1—3, 4—5, 6—7, 8—11, 12—14, 15—16.

Von diesen Perioden wurde der wahrscheinliche Fehler in Prozent des Mittels berechnet; die Durchschnittswerte dieser Prozentzahlen in Vergleich gesetzt, ergaben folgende Reihe:

Parzelle	Fehler
25	7.72
50	7.88
100	6.52
200	4.75

Auch ein weiteres Eingehen auf diese Resultate erscheint kaum angängig, da schon aus der obigen Zusammenstellung der Perioden ersichtlich, dass in den meisten Fällen die Zusammenfassung einer grösseren Anzahl von Beobachtungen auf Schwierigkeiten stösst. Ferner ergibt der durchschnittliche Wert der auf diese Weise erlangten Zahlen kein richtiges Bild der Tatsachen, da die Periodenmittel ganz verschiedene Fehler aufweisen, somit rechnerisch als nicht gleichwertig anzusehen sind. Die Gewichtsberechnung nach BAULE zeigt einen gangbaren Weg. Zur Berechnung benutzt wurden folgende Formeln:

$$M \text{ (Mittel)} = \frac{a \times p_1 + b \times p_2 + c \times p_3 + \ldots}{p_1 + p_2 + p_3 + \ldots},$$

$$w = \sqrt{\frac{p_1 v_1^2 + p_2 v_2^2 + p_3 v_3^2 + \ldots}{(n-1)(p_1 + p_2 + p_3 + \ldots)}},$$

$$p = \frac{\text{konst.}}{w^2 \, \%},$$

darin bedeutet a, b, c usw. Einzel-, im vorliegenden Fall Periodenmittel, p_1, p_2, p_3 . . . Gewichte, berechnet nach der Formel $p = \frac{\text{konst.}}{w^2}$, d. h. das Gewicht ist umgekehrt proportional dem Quadrat der wahrscheinlichen prozentualen Schwankung; als Konstante wurde die jeweilige grösste prozentuale Quadratzahl genommen. Zu näherem Verständnis sei die Berechnung für Roggen bei 16 Parzellen à 200 qm durchgeführt:

Mittel	w	%	p	Mittel	w	%	p
191.0 ±	18.63 =	9.75	1.00	179.1 ±	2.85 =	1.59	37.46
172.5 ±	6.16 =	3.57	7.47	190.1 ±	7.35 =	3.87	6.37
197.8 ±	6.87 =	3.47	7.88	182.5 ±	11.36 =	6.22	2.46

$$M = \frac{11408.6}{62.64} = 182.2,$$

$$w = \sqrt{\frac{3457.2}{5 \times 62.64}} = 3.32 = 1.82\,\%.$$

Die in dieser Weise für Roggen berechneten Resultate sind die folgenden:

Parzelle	Fehler
25	2.08
50	2.07
100	0.80
200	1.82

Auffallend ist der geringe Wert bei 100 qm. Die Unmöglichkeit einer angemessenen Periodenbildung, ferner die von Pfeiffer, Mitscherlich u. a. geltend gemachten Bedenken gegen die Einführung der Gewichtsberechnung überhaupt stehen der angewandten Berechnungsweise entgegen.

Da es nicht möglich war, eine wirklich befriedigende Zusammenfassung der Resultate in Perioden zu erreichen, wurde davon Abstand genommen, die Zahlen zu je 4 zusammengefasst und die so erhaltenen 32, 16, 8 bezw. 4 Mittelwerte unter Berücksichtigung der Gewichte, wie vor, weiter verarbeitet. Die Resultate waren die folgenden:

Roggen		Hafer		Kartoffeln		Wruken	
Parzelle	Fehler	Parzelle	Fehler	Parzelle	Fehler	Parzelle	Fehler
25	1.45	25	2.33	7.5	1.40	5	2.85
50	1.90	50	3.00	15	1.19	10	0.81
100	1.66	100	4.99	30	2.41	20	5.01
200	0.12	200	1.22	60	2.90	40	5.71

Bei Roggen wird der Fehler durch eine Vergrösserung der Parzelle von 1/4 auf 1 a wenig beeinflusst; erst bei 2 a tritt eine deutliche Verringerung ein, bedingt durch das sehr hohe, alle anderen erdrückende Gewicht der dritten Mittelzahl $p_3 = 5610$! Letzteres ist in gleicher Weise der Fall bei Hafer, während hier das Wachsen des Fehlers bis zu 1 a unverständlich ist. Auffallend ist das Fehlerminimum bei den Hackfrüchten

bei einer Parzellengrösse bei Kartoffeln von 15—30 qm, bei Wruken von 10—20 qm.

Geschah die Einführung der Gewichte in die Rechnung von rein mathematischen Gesichtspunkten aus und ergeben sich demgemäss Resultate, die zwar rechnerisch einwandfrei, den tatsächlichen Verhältnissen trotzdem nicht gerecht werden, so schliesst das Ausgleichsverfahren nach MITSCHERLICH an die natürlichen Bedingungen an. Zur Durchführung des Verfahrens im vorliegenden Falle wurde die Annahme gemacht, dass je 4 Parzellen verschieden behandelt seien, die Anzahl der Parallelparzellen somit 4, 8, 16 resp. 32 beträgt; die am Ende der Berechnung sich ergebenden Mittelzahlen wurden nach der Formel für das Fehlerfortpflanzungsgesetz zusammengezogen. Zur Berechnung des Fehlers dient die Formel $w = 0.845 \frac{n}{m} \cdot \frac{\Sigma v m}{\sqrt{n (n-1)}}$.
Als Beispiel sei die Berechnung bei den 16 je 2 a grossen Roggenparzellen angeführt:

Parzelle	Mittel	I.	II.	III.	IV. = % des Mittels
1— 4	187.7	90.3	98.9	116.1	94.6
2— 5	187.1	89.4	99.2	116.5	95.0
3— 6	188.7	88.7	101.7	115.5	94.1
4— 7	185.1	90.4	103.7	110.0	96.0
5— 8	186.6	89.7	102.9	102.1	98.4
6— 9	189.9	95.0	101.1	107.2	96.6
7—10	186.3	96.9	95.3	109.2	98.5
8—11	179.1	100.8	99.1	97.6	102.4
9—12	178.1	101.4	99.7	98.2	100.8
10—13	181.3	106.7	97.9	96.4	99.0
11—14	186.3	103.9	106.0	93.8	96.4
12—15	190.6	101.5	103.6	100.7	94.2
13—16	189.0	102.3	104.5	101.6	91.5
	185.8	96.7 ± 5.50	101.0 ± 2.43	105.5 ± 6.74	96.7 ± 2.31

oder nach Zurückführung auf die tatsächlichen Werte:

		179.7 ± 10.12	187.7 ± 4.52	196.1 ± 12.52	179.7 ± 4.29

M = 185.8 ± 4.33 = 2.33 % für eine Parzellengrösse von 200 qm; die anschliessenden Werte lauten 2.09—2.36 und 2.90, d. h. die Parzellengrösse ist ohne Einfluss auf die Grösse des Fehlers.

Je nach der angewandten Berechnungsart erhält man verschiedene Resultate; das an erster Stelle (S. 100 u. f.) behandelte Verfahren tut den Zahlen am wenigsten Zwang an, erscheint somit am einwandfreisten.

Literatur-Verzeichnis.

ALEXANDROWITSCH, Die Wahrscheinlichkeitsrechnung im landwirtschaftlichen Versuchswesen. Mitteilungen der D. L.-G. 1913, S. 268.

BAULE, Unter welchen Voraussetzungen ist die Wahrscheinlichkeitsrechnung auf die Versuche in der Land- und Forstwirtschaft anwendbar? Fühlings landw. Zeitung 1913, S. 160.

Derselbe, Über die Verwertung der Fehlertheorie in der Land- und Forstwirtschaft. Fühlings landw. Zeitung 1913, S. 852.

Derselbe, Zu MITSCHERLICHS Gesetz der physiologischen Beziehungen. Landw. Jahrbücher Bd. 51, 1918, S. 363.

BILGER, Zur Methodik der Sortenprüfung. Illustr. landw. Zeitung 1912, S. 827.

EHRENBERG, Versuch eines Beweises für die Anwendbarkeit der Wahrscheinlichkeitsrechnung bei Feldversuchen. Landw. Versuchs-Stationen Bd. 87, 1915, S. 29.

Derselbe, Ein Beitrag zur Verarbeitung der Erntezahlen bei Feldversuchen. Fühlings landw. Zeitung 1918, S. 285.

FRISCHAUF, Zur Anwendbarkeit der Methode der kleinsten Quadrate. Landw. Jahrbücher Bd. 43, 1912, S. 501.

HARNOTH, Die Wahrscheinlichkeitsrechnung im landwirtschaftlichen Versuchswesen. Mitteilungen der D. L.-G. 1913, S. 70.

Derselbe, Die Genauigkeitsprüfung bei landwirtschaftlichen Versuchen. Fühlings landw. Zeitung 1914, S. 383.

HEDDE, Variationsstatistische Untersuchungen über einige Kulturpflanzen. Landw. Versuchs-Stationen Bd. 59, 1904, S. 359.

HOLTSMARK, Über die Anwendung der Fehlerwahrscheinlichkeitstheorie auf Grössen, welche sich nicht rein zufällig ändern. Zeitschrift für Mathematik und Physik Bd. 52, 1905.

HOLTSMARK und LARSEN, Über die Fehler, welche bei Feldversuchen durch die Ungleichheit des Bodens bedingt werden. Landw. Versuchs-Stationen Bd. 65, 1907, S. 1.

HUMMEL, Massenanbauversuche. Illustr. landw. Zeitung 1911, S. 821.

LEIDNER, Über Feldversuche und Ausgleichsrechnung. Landw. Jahrbücher Bd. 49, 1916, S. 105.

MERCER und HALL, Die Versuchsfehler bei Feldversuchen. Ref. Biedermanns Centralblatt für Agrikulturchemie 1913, S. 15.

MITSCHERLICH, Bodenkunde für Land- und Forstwirte. 2. Aufl., 1913.

Derselbe, Landwirtschaftliche Vegetationsversuche. Landw. Jahrbücher Bd. 32, 1903, S. 773.

Derselbe, Zur Methodik der Felddüngungs- und der Sortenanbauversuche. Landw. Jahrbücher Bd. 42, 1912, S. 415.

MITSCHERLICH, Zur Verarbeitung der Ernteergebnisse von Massenanbauversuchen. Landw. Jahrbücher Bd. 46, 1914, S. 76.

Derselbe, Die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf Fragen der Landwirtschaft. Fühlings landw. Zeitung 1918, S. 233.

PFEIFFER, Der Vegetationsversuch. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1918.

RODEWALD, Untersuchungen über die Fehler der Samenprüfungen. Arbeiten der D. L.-G. 1904, Heft 101.

Derselbe, Die Bedeutung der Fehlerausgleichung für die Lösung landwirtschaftlich wichtiger Fragen. Fühlings landw. Zeitung 1909, S. 12.

Derselbe, Zur Anwendbarkeit der Methode der kleinsten Quadrate. Fühlings landw. Zeitung 1918, S. 303.

ROEMER, Über die Technik der Feldversuche. Fühlings landw. Zeitung 1918, S. 102.

Derselbe, Die Technik der Sortenprüfung. Illustr. landw. Zeitung 1919, S. 35.

RÜMCKER und ALEXANDROWITSCH, Massenanbauversuch mit Futterrüben. Landw. Jahrbücher Bd. 45, 1913, S. 503.

Über die Bewertung der Centaurea solstitialis als Charakterbegleitsame bei der Herkunftsbestimmung von Kleesaaten.

Von

J. KILLER, Ebstorf i. Hann., staatl. gepr. Saatzucht-Inspektor.

Die Centaurea solstitialis (Sommerflockenblume) gilt als einer der am längsten bekannten Charaktersamen für die Herkunftsbestimmung südeuropäischer Kleesaaten. Bereits im Jahre 1884 führten O. KIRCHNER und J. MICHALOWSKI in dem Jahresberichte der Hohenheimer Versuchsstation dieselbe unter den Charakterunkräutern für mediterran-atlantische Herkünfte auf. In einer weiteren, ebenfalls von O. KIRCHNER stammenden, im Jahre 1891 erschienenen Abhandlung wird dieselbe als einheimisch in Portugal, Südspanien, Südfrankreich, Italien, Kroatien, Südungarn, Banat und Balkanhalbinsel erwähnt. Auch STEBLER führt sie in seinem vielgelesenen Werke „Die besten Futterpflanzen“ als charakteristisch für italienischen und südfranzösischen Rotklee auf; desgleichen OTTO BURCHARDT in seinem Büchlein „Die Unkrautsamen der Klee- und Grassaaten mit besonderer Berücksichtigung ihrer Herkunft“.

Diese Angaben in der älteren Literatur haben der Centaurea solstitialis eine führende Stellung bei der Feststellung mediterraner Herkünfte verschafft. In der neuesten Literatur widmet ihr OTTO OBERSTEIN in seinen Studien und Beiträgen zur Herkunftsbestimmung von Kleesaaten eingehende Beachtung. Er stellt sie in die Reihe der 8 wichtigsten mediterranen Charaktersamen, allerdings mit der Einschränkung, dass sie erst an zweiter Stelle Berücksichtigung finden dürfe, da sie von den genannten acht Unkräutern am ehesten in unseren klimatischen Lagen aufzukommen vermag. Auf den weiteren Seiten seines Büchleins zerstreut er aber die gehegten Bedenken, indem er

bei dem Abschnitt Akklimatisationsproblem der Provenienzunkräuter gerade für Centaurea solstitialis die gleichzeitige Samenreifemöglichkeit mit dem Rotklee verneint. Ebenso unmöglich hält er auch die Einbürgerung derselben in Hinsicht auf unsere klimatischen Verhältnisse und zitiert dabei die Floristen Garcke, Fiek, Schube und Pax, die das Vorkommen derselben als sporadisch und unbeständig bezeichnen. Für Nord- und Mitteldeutschland, selbst für die meisten Gebiete des Westens und des Südens mögen diese Angaben restlos zutreffen. Dagegen möchte ich diese Behauptungen für gewisse Gebiete von Oberelsass in Zweifel ziehen. Im Jahre 1913 veröffentlichte ich im Jahrgang XL der Deutschen landw. Presse unter dem Titel „Eingeschleppte Unkräuter“ eine kurze Notiz, in der ich neben dem Auftreten von Silene dichotoma und Crepis setosa auf die zunehmende Verbreitung von Centaurea solstitialis in der Umgebung von Colmar i. Els. hinwies. Ich hatte dort Gelegenheit, die von Jahr zu Jahr wachsende Zunahme derselben festzustellen. Die günstigen klimatischen Verhältnisse ermöglichen auf den dürren Hardt- und Kalkböden in den dort heissen, trockenen Sommern die Samenreife derselben. Trotz des häufigen Auftretens von Centaurea solstitialis, das übrigens schon früher und zu Kirschlegers Zeiten beobachtet worden ist, möchte ich mich nicht auf das Wort „Einbürgerung“ festlegen. Ich glaube aber ganz bestimmt, dass angesichts der dortigen, für das Gedeihen der Centaurea solstitialis günstigen Verhältnisse dieselbe sich Jahre hindurch weitervermehren kann, wenn nicht ein ungünstiges, nasses, kaltes Jahr mit ihr aufzuräumen vermag. Aus den gleichen Gründen dürfte die Möglichkeit, dass ihre Samen in elsässischen Rotklee gelangen, nicht von der Hand zu weisen sein. Spielt auch der elsässische Rotkleesamen für Deutschland kaum eine Rolle, und dürfte derselbe fast ausnahmslos im Heimatsgebiete selbst verbraucht werden, so besteht doch immerhin die Möglichkeit, dass der einen oder anderen landwirtschaftlichen Versuchsstation eine elsässische Herkunft zur Beurteilung vorgelegt wird und deshalb sei auf das eventuelle Vorkommen von Centaurea solstitialis in solchen und auf die dadurch gegebene Möglichkeit von Fehlschlüssen hingewiesen.

Einige Mitteilungen über Variabilitätsverhältnisse in einem konstanten Weizenstamm.

Von

Dr. TORNAU,

Assistent am landwirtschaftlichen Versuchsfeld der Universität Göttingen.

Eine genaue Kenntnis der Variabilitätserscheinungen bildet die Grundlage jeder exakten Erblichkeitsforschung. In allen Vererbungstheorien spielen die Anschauungen über Variabilität daher eine entscheidende Rolle, wie man bei Betrachtung der Theorien DARWINS, LAMARCKS u. a. ohne weiteres finden wird. Auch für unsere moderne Erblichkeitsforschung sind sie von grundlegender Bedeutung. Die viel günstigere Lage, in der wir uns heute gegenüber früheren Forschern in dieser Hinsicht befinden, ist durch die Wiederentdeckung der MENDELschen Regeln geschaffen worden, die in einem bestimmten Umfange eine genaue experimentelle Behandlung der Frage der Variabilität ermöglichen. So kommt es, dass unsere heutigen Ansichten über Vererbung ganz unter dem Einfluss der MENDELschen Regeln stehen, für deren weitere Erforschung JOHANNSEN durch seine Arbeiten sowie die Einführung des Begriffs der reinen Linie eine wissenschaftliche Grundlage geschaffen hat. Fand auch zuerst neben begeisterter Zustimmung der Gedanke der reinen Linie und ihrer Konstanz vielfache skeptische Aufnahme, so steht doch heute die grosse theoretische Bedeutung der reinen Linie und ihr grundlegender Wert für die ganze Vererbungsforschung ausser jedem Zweifel.

Anders liegt dagegen die Frage, welche Bedeutung der reinen Linie für die Praxis zukommt. Während man zuerst geneigt war, anzunehmen, dass reine Linien bei Selbstbefruchtern verhältnismässig leicht zu erhalten wären und uns mehr oder

weniger überall entgegenträten, ist man heute recht zweifelhaft geworden, nachdem sich gezeigt hat, dass auch in reingezüchteten Stämmen von Selbstbefruchtern recht häufig Variationen auftreten und zwar viel häufiger, als man im allgemeinen anzunehmen geneigt ist. Die Ursache dafür erblicken die meisten Forscher in dem Auftreten von Mutationen und Fremdbefruchtungen (Baur, Fruwirth, Kiessling, v. Rümker u. a.). Besonders scharf spricht sich Ötken (Zeitschrift für Pflanzenzüchtung Bd. II, S. 445) in diesem Sinne aus, wenn er schreibt: „Homozygotie und reine Linien sind beim Weizen recht schwer zu erhalten und wohl noch viel schwerer überhaupt zu erzielen. Die Ursache ist entweder, dass in viel grösserem Umfange, als bisher angenommen wurde, mit grösseren und kleineren Mutationen gerechnet werden muss oder aber, dass Fremdbefruchtung zwischen Nachbarpflanzen in viel häufigerer Weise eintritt, als man bisher glaubte, und dass diese Kreuzungsbefruchtung in Verbindung mit auftretenden Mutationserscheinungen die Erzielung reiner Linien ausserordentlich erschwert. Dabei kommt hinzu, dass manches, was als reine Linie angesprochen wird, sehr oft diesen Eindruck erweckt durch die Konstanz der rein morphologischen Merkmale, während bezüglich der sehr komplizierten physiologischen Faktoren keineswegs Homozygotie besteht, wenn auch die vorhandenen Unterschiede zwischen einzelnen Individuen so geringe sind, dass sie nicht einmal in allen Jahren (auch bei Beobachtung einer grossen Zahl von Nachkommenschaften) in die Erscheinung treten, sondern dass der Züchter erst bei Eintritt irgend welcher besonderer äusserer Verhältnisse auf sie aufmerksam wird.“

Die experimentelle Untersuchung dieser Frage ist von verschiedenen Seiten in Angriff genommen worden. Besondere Erwähnung verdienen die diesbezüglichen umfangreichen Versuche Fruwirths zur Wirkung der Auslese, die, soweit sie bis jetzt vorliegen, die Konstanz der reinen Linie bestätigen, aber auch auf das häufige Auftreten von Mutationen hinweisen. Bei diesen sowohl als auch anderen ähnlichen Versuchen sind in erster Linie morphologische Eigenschaften berücksichtigt worden, die im allgemeinen einfacher zu beurteilen sind, während für physiologische Eigenschaften die Verhältnisse häufig bedeutend komplizierter liegen und zur Beurteilung ein sehr grosses Material notwendig ist, das häufig infolge geringer Samenproduktion

der Einzelpflanze nur schwer oder gar nicht in ausreichendem Mafse zu erhalten ist. Untersuchungen über das Verhalten physiologischer Eigenschaften in reinen Linien sind daher auch viel weniger ausgeführt als solche über morphologische Eigenschaften. In erster Linie sind hier neben anderen die Arbeiten von Kiessling, Orphal, Ötken und Römer zu nennen.

Gerade die physiologischen Eigenschaften haben aber für den Landwirt die grösste Bedeutung, da sie in den meisten Fällen für den Anbauwert einer Sorte bestimmend sind. Im übrigen zeigt ein grosser Teil unserer Getreide- und Hülsenfruchtsorten in morphologischer Hinsicht eine so weitgehende Übereinstimmung, dass auch eine Sortencharakteristik sich in erster Linie auf das Verhalten der physiologischen Eigenschaften aufbauen muss. Ich erinnere hier nur an die verschiedenen Zuchten des Dickkopfweizens, des weiss- und gelbkörnigen Rispenhafers, der Viktoriaerbse, der kleinen Feldbohnen — Beispiele, die sich noch beliebig vermehren liessen. An einzelnen Pflanzen ist hier die Sortenzugehörigkeit überhaupt nicht festzustellen, und auch bei grösseren Beständen macht sie oft erhebliche Schwierigkeiten, wenn sie überhaupt ausführbar ist, was für einen grossen Teil der Sorten bezweifelt werden muss, da meist eine genaue Sortencharakteristik, die auch nur die hauptsächlichsten wertbildenden Eigenschaften umfasst, ganz fehlt.

Die Gründe dafür liegen klar auf der Hand. Einmal beansprucht eine solche Sortenbeschreibung eine sehr erhebliche Arbeitsaufwendung, die auch in den grössten Pflanzenzuchtbetrieben nur selten zu leisten ist, und andererseits schwanken die physiologischen Eigenschaften unter dem Einfluss der äusseren Verhältnisse so ausserordentlich stark, dass nur Feststellungen aus einer längeren Reihe von Jahren einigermassen sicheren Aufschluss geben können. Damit ist natürlich der Wert der physiologischen Eigenschaften für die Sortencharakteristik sehr herabgesetzt. In der Praxis spielt aber die Frage der Feststellung einer Sorte auf Grund ihrer physiologischen Eigenschaften eine viel zu geringe Rolle, als dass sich eine besondere Arbeitsaufwendung dafür lohnte. Die Bedeutung der Charakteristik liegt vielmehr in der Feststellung, wie die physiologischen Eigenschaften auf verschiedene Ausseneinflüsse wie Boden, Klima, Lage usw. reagieren, da dadurch der Anbauwert der Sorte bestimmt wird. Insofern ist eine genaue Kenntnis des Verhaltens

der physiologischen Eigenschaften von der grössten Bedeutung für unsere Pflanzenzüchtung, und es ist daher erwünscht, dass recht viele Sorten in dieser Hinsicht gründlicher analysiert werden, als es bisher der Fall war.

Dabei müssen wir uns aber darüber klar sein, dass der Ausdruck Sorte zwei ganz verschiedene Begriffe umfasst. Eine Sorte kann einmal eine Population sein, wie es für fast alle Landsorten zutrifft, andererseits aber ein reingezüchteter Stamm, wie die meisten Hochzuchtsorten unserer Pflanzenzüchter, den man bisher bei Selbstbefruchtern als reine Linie anzusehen geneigt war. Die meisten der bisher ausgeführten Untersuchungen sind an Populationen gemacht mit Ausnahme der Arbeiten der vorgenannten Verfasser. Dies beeinträchtigt ihren Wert für die Pflanzenzüchtung und Vererbungsforschung ganz erheblich und hebt ihn zum Teil ganz auf, da die Ergebnisse ganz von dem zufälligen Mischungsgrad der vorhandenen Linien abhängig sind. Eine gründliche Klarstellung der Variabilitätsverhältnisse der physiologischen Eigenschaften, für die einmal die Variabilität als solche, zum anderen die Erscheinungen der Korrelation in Frage kommen, kann nur erzielt werden durch Vergleich von Linienmitteln oder von einzelnen Pflanzen innerhalb einer reinen Linie. Der erste Fall ist bei weitem der wichtigste, da wir es dabei mit erblichen Variationen zu tun haben, während es sich im zweiten Falle nur um Modifikationen handelt, die durch die verschiedenen Einflüsse der Umwelt hervorgerufen sein können. Gelänge es, alle Pflanzen einer reinen Linie unter absolut gleichen Lebensbedingungen zu halten, was natürlich eine Unmöglichkeit ist, so müssten die Modifikationen ganz verschwinden, während die Variationen rein zur Geltung kommen würden. So aber spielen sie doch eine recht wichtige Rolle, und über ihre Grösse herrschen noch oft nicht ganz zutreffende Vorstellungen. Selbst unter den gleichförmigsten Aussenbedingungen, wie sie z. B. in einem Zuchtgarten gegeben sind, ist ihr Ausmass viel grösser, als vielfach angenommen wird.

Diese scharfe Scheidung zwischen Variationen und Modifikationen ist aber nur bei reinen Linien von Selbstbefruchtern möglich, während bei Fremdbefruchtern stets beide vereinigt auftreten und praktisch nicht zu trennen sind. Man ist also mehr oder weniger darauf angewiesen, bei Arbeiten über Modifikationen zu Selbstbefruchtern zu greifen. Selbst wenn auch

hier die Homozygotie keine absolute ist, so ist doch die Konstanz der einzelnen Eigenschaften weitgehend gesichert. Hat man ein genügend grosses, über mehrere Jahre verteiltes Material, so ist hier die Möglichkeit gegeben, aufgetretene Mutationen oder Variationen infolge von Fremdbefruchtungen hinsichtlich physiologischer Eigenschaften sicher festzustellen, während solche Untersuchungen an Fremdbefruchtern notwendig an einer gewissen Unsicherheit infolge der Unmöglichkeit, Variationen und Modifikationen sicher zu trennen, leiden müssen. Eine gründliche Klarlegung dieser Verhältnisse verdanken wir in erster Linie den Arbeiten von Fruwirth, Johannsen und de Vries. Die Ansichten dieser Forscher über Variabilität sind heute wohl allgemein anerkannt.

Anders liegt dagegen die Frage nach der Bedeutung der verschiedenen Formen der Variabilität in bezug auf Erblichkeit. Hier trennen sich die Geister. Während die Anhänger der Selektionstheorie eine erbliche Beeinflussung der Erbmasse durch die kontinuierlichen Variationen annehmen, vertritt die andere Richtung den Standpunkt, dass eine Fortentwicklung der Organismen nur durch die diskontinuierlichen Variationen möglich ist. Nachdem Johannsen nachgewiesen hat, dass innerhalb reiner Linien eine Selektionswirkung nicht stattfindet, scheiden die Modifikationen für die Betrachtung von Erblichkeitsfragen aus. Nun ist von Kraus (Fühlings landw. Zeitung Bd. 58, 1909, S. 571) die Frage aufgeworfen worden, ob nicht vielleicht andere als die von Johannsen untersuchten Merkmale doch eine Auslesewirkung erkennen lassen. Wahrscheinlich ist dies nach den Untersuchungen Fruwirths nicht. Immerhin muss man zur Klärung dieser Frage überhaupt einmal über die Variabilitätserscheinungen der einzelnen Eigenschaften unterrichtet sein. Es ist ja bekannt, dass das Ausmass der Modifikabilität verschiedener Merkmale sehr verschieden ist und auch in den einzelnen Jahren stark schwankt. Wie schon erwähnt, sind die Schwankungen besonders gross bei vielen physiologischen Eigenschaften, was man durch die gut begründete Annahme erklärt, dass ihnen eine grössere Anzahl von Genen oder Erbeinheiten oder wie man sich sonst ausdrücken will, zugrunde liegt.

Für den Pflanzenzüchter bedeutet dies eine erhebliche Erschwerung der Arbeit und fordert eine genaue jährliche Untersuchung seines Materials, wenn er sich sichere Aufklärung ver-

schaffen will. Einige der wichtigsten Eigenschaften, die das Mindeste darstellen, auf das sich schliesslich jede Untersuchung bei Getreide erstrecken muss, sind Kornertrag je Pflanze, Kornanteil am Gesamtertrag, Halmertrag, Tausendkorngewicht und Bestockung. Im folgenden soll versucht werden, eine Darstellung der Variabilitätsverhältnisse dieser Eigenschaften in einem Weizenstamm zu geben. Es handelt sich dabei um einen in der Saatzuchtwirtschaft Friedrichswerth gezüchteten Molds-red-prolific-Winterweizen, mit dessen züchterischer Bearbeitung Ende der neunziger Jahre begonnen wurde und der seit 1905 durch Individualauslese weiter gezüchtet ist. Ich möchte nicht versäumen, auch an dieser Stelle Herrn Domänenrat MEYER für die freundliche Überlassung des benötigten Materials meinen Dank auszusprechen.

Über den Weizen selbst sei nur kurz bemerkt, dass er eine recht winterfeste, ausserordentlich strohwüchsige Sorte mit langer lockerer Ähre darstellt, die recht befriedigende und gleichmässige Erträge gibt. Sollen von dieser Untersuchung wirklich nur die Modifikationen betroffen werden, so muss die Sicherheit bestehen, dass es sich bei dem Stamm wirklich um eine reine Linie handelt. Hinsichtlich der morphologischen Merkmale kann dies ohne weiteres als zutreffend angesehen werden, da während fünfzehnjähriger Züchtungsarbeit keinerlei Variationen morphologischen Charakters beobachtet werden konnten, trotz jährlicher eingehender Untersuchung bei der Auslese und Beobachtung im Zuchtgarten. Für die physiologischen Eigenschaften ist eine Entscheidung nicht ohne weiteres zu treffen, da dies eine eingehende Aufarbeitung des Materials erfordert und auch einen vergleichsweisen Anbau einer grossen Zahl von Nachkommenschaften zur Voraussetzung haben würde. Immerhin sind auch hier Variationen insofern unwahrscheinlich, als während der ganzen Jahre dieser eine Stamm ständig allein für sich im Zuchtgarten stand, gewöhnlich umgeben von Sommergetreide und von den nächsten Weizenzuchten so weit entfernt, dass die Gefahr einer Fremdbefruchtung ausgeschlossen erscheint. Es bliebe also nur die Möglichkeit einer Änderung der genotypischen Grundlage durch das Auftreten von Mutationen physiologischen Charakters, die natürlich ohne weiteres zugegeben werden muss. Berücksichtigt man aber, dass von 800 bis 1000 Pflanzen immer nur 7 bis 10 zur Weiterzucht ausgewählt wurden, so ist die

Wahrscheinlichkeit, dass sich unter diesen eine Mutante befand, nicht sonderlich gross.

Ein entschiedener Mangel dagegen, der aber in der Natur der Sache liegt, ist der, dass von den sämtlichen erwachsenen Pflanzen stets nur die Plusvarianten in einer Anzahl von 10 bis 20 % zu den Einzeluntersuchungen herangezogen sind. Es unterliegt keinem Zweifel, dass das erhaltene Bild dadurch eine Trübung erfährt, die aber nicht mehr so bedenklich erscheint, wenn man überlegt, dass das Verfahren in allen Jahren das gleiche war und es sich hier um einen Vergleich der verschiedenen Jahre und der Eigenschaften untereinander handelt, wobei der Fehler annähernd der gleiche bleibt. Besonders solange die Zahl der untersuchten Pflanzen noch 200 übersteigt wie 1907, oder um 130 schwankt wie in den folgenden Jahren, sehe ich darin keinen ausschlaggebenden Grund, das Material abzulehnen, zumal es sich um eine reine Linie handelt. Bedenklicher dagegen ist es schon, wenn die Zahl der Einzeluntersuchungen wie in den letzten Jahren nur 40 bis 60 beträgt. Hier muss man mit seinen Schlussfolgerungen entschieden vorsichtig sein.

Um aber hinsichtlich der Ergebnisse ein höheres Mass von Sicherheit zu erlangen, habe ich das Material unter Anwendung der variationsstatistischen Methode verarbeitet, die in den letzten Jahren bei fast allen diesbezüglichen Untersuchungen Anwendung gefunden hat. Ich schliesse mich dabei dem Vorgange Römers, Ötkens u. a. an, wenn ich hier die von Johannsen in seinen „Elementen der exakten Erblichkeitslehre“ angegebene Methode sowie auch seine Buchstabenbezeichnungen benutze. Leider herrscht ja in der deutschen Literatur darin noch keine Einheitlichkeit. Für die getroffene Wahl spricht aber, dass Johannsens Werk den meisten leicht zugänglich ist und eine umfassende Darstellung bringt. Zur Bestimmung der Variationsverhältnisse einer Eigenschaft sind folgende Werte benutzt: das arithmetische Mittel (M), die Standardabweichung (σ) und der Variationskoeffizient (v), je mit ihren mittleren Fehlern. Als Mass für die Korrelation ist der Korrelationskoeffizient nach Bravais (r) berechnet und die Regression (R) bestimmt, die angibt, um wieviel eine Eigenschaft bei Veränderung der anderen um eine Einheit zu- oder abnimmt.

Schliesslich wäre noch die Frage zu beantworten, ob das vorhandene Material für eine variationsstatistische Behandlung ausreicht. Soweit die Zahl der Einzeluntersuchungen um 130 schwankt oder auf über 200 steigt, kann die Frage wohl bejaht werden, wenn auch eine grössere Zahl durchaus erwünscht wäre. Hinsichtlich der in den letzten Jahren zur Verfügung stehenden Pflanzenzahl von 40—60 muss man dagegen zweifelhaft sein, wie schon vorhin erwähnt wurde. RÖMER (Variabilitätsstudien, Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiologie 1910, S. 423) führt in dieser Frage Ausserungen von STIEDA und BRUUN VON NEERGARD an, die die Ansicht vertreten, dass bei durchaus gleichartigem Materiale unter gleichartigen Bedingungen, wie sie ja hier vorliegen, eine noch geringere Anzahl von Varianten genüge, und meint selbst, dass ausserdem die Bestimmung des mittleren Fehlers vor falschen Schlüssen schütze. Bei Aufstellung der Korrelationstabellen habe ich trotzdem auf diese Jahre mit der geringen Zahl der Einzeluntersuchungen verzichtet und nur die vier Jahre 1907, 1908, 1911 und 1912, in denen über 120 Einzeluntersuchungen stattfanden, berücksichtigt, während zur Feststellung der Modifikabilität die Jahre von 1907 bis 1916 benutzt sind mit Ausnahme der Jahre 1909 und 1913, in denen der Stamm nicht im Zuchtgarten angebaut war, so dass also die Ernte von 1910 und 1914 aus überjährigem Saatgute stammt.

Im folgenden sind nun zuerst die Variationsreihen der fünf Eigenschaften Kornertrag je Pflanze, Kornanteil, Halmertrag, Tausendkorngewicht und Bestockung für je acht Jahre angeführt, wobei die Variantenzahl für jede Klasse in Prozenten der Gesamtzahl der untersuchten Pflanzen angegeben ist. Die hervorgehobenen Zahlen sind die Frequenzzahlen der Mittelklassen.

(Siehe die Tabelle 1 auf S. 119 und 120.)

Die angeführten Zahlen lassen zwar durchweg das Prinzip der sogenannten QUETELETschen oder binomialen Fehlerkurve erkennen, zeigen aber im einzelnen doch sehr erhebliche Abweichungen. So fällt die oft recht bedeutende Schiefheit der Kurven auf, die einesteils einen steileren Abfall nach der Plusseite erkennen lassen, wie der Kornanteil im Jahre 1911 oder das Tausendkorngewicht im gleichen Jahre, andererseits einen solchen nach der Minusseite zeigen, wie die Bestockung im

Tabelle 1.

Variation des Kornertrages.

Jahr	Anzahl Pflanzen	2 bis 2.9 g	3 bis 3.9 g	4 bis 4.9 g	5 bis 5.9 g	6 bis 6.9 g	7 bis 7.9 g	8 bis 8.9 g	9 bis 9.9 g	10 bis 10.9 g	11 bis 11.9 g	12 bis 12.9 g	13 bis 13.9 g	14 bis 14.9 g	15 bis 15.9 g	16 bis 16.9 g	17 bis 17.9 g	18 bis 18.9 g	19 bis 19.9 g	20 bis 20.9 g
1907	237	4.6	6.3	6.3	8.4	8.4	10.9	6.3	9.3	10.1	4.2	6.7	3.8	2.1	3.4	2.1	1.3	1.7	1.3	2.5
1908	129	—	—	—	0.8	5.4	3.9	16.3	20.1	16.3	15.5	7.8	10.8	0.8	1.6	0.8	—	—	—	—
1910	54	—	1.8	—	13.0	27.8	20.4	16.7	9.3	5.6	1.8	1.8	—	—	1.8	—	—	—	—	—
1911	122	—	—	2.5	6.5	17.2	20.5	19.7	10.7	11.0	6.5	2.5	2.5	—	—	—	—	—	—	—
1912	139	—	2.9	0.7	10.0	12.2	16.5	17.2	13.7	12.2	6.5	4.3	2.2	4.4	—	—	—	—	—	—
1914	60	6.7	10.0	33.3	10.0	10.0	10.0	5.0	6.7	6.7	1.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1915	47	—	—	—	2.1	6.4	8.5	12.7	19.1	6.4	21.3	10.6	4.2	2.1	—	2.1	4.2	—	—	—
1916	40	—	5.0	5.0	17.5	17.5	22.5	17.5	7.5	2.5	2.5	2.5	—	—	—	—	—	—	—	—

Variation des Kornanteils.

Jahr	Anzahl Pflanzen	13 bis 14.9 %	15 bis 16.9 %	17 bis 18.9 %	19 bis 20.9 %	21 bis 22.9 %	23 bis 24.9 %	25 bis 26.9 %	27 bis 28.9 %	29 bis 30.9 %	31 bis 32.9 %	33 bis 34.9 %	35 bis 36.9 %	37 bis 38.9 %	39 bis 40.9 %	41 bis 42.9 %	43 bis 44.9 %
1907	237	—	—	—	—	—	—	1.7	1.3	4.6	5.5	16.0	28.3	27.8	12.2	2.1	0.4
1908	129	—	—	—	—	—	—	3.9	2.3	3.9	6.2	17.8	34.8	22.5	6.2	2.3	—
1910	54	—	—	—	—	—	1.9	1.9	9.3	16.7	14.8	29.6	20.4	—	5.5	—	—
1911	122	—	—	0.8	4.1	15.6	22.1	27.9	21.3	8.2	—	—	—	—	—	—	—
1912	139	7.2	9.3	16.5	23.0	18.7	16.5	7.9	0.7	—	—	—	—	—	—	—	—
1914	60	—	1.7	5.0	6.7	11.7	16.7	20.0	15.0	6.7	13.3	1.7	1.7	—	—	—	—
1915	47	2.1	—	2.1	4.2	2.1	2.1	6.4	10.6	20.3	35.5	17.0	6.4	—	—	—	—
1916	40	—	—	—	12.5	5.0	27.5	25.0	20.0	7.5	—	2.5	—	—	—	—	—

Noch Tabelle 1.

Variation des Halmertrages.

Jahr	Anzahl Pflanzen	0.45 bis 0.64 g	0.65 bis 0.84 g	0.85 bis 1.04 g	1.05 bis 1.24 g	1.25 bis 1.44 g	1.45 bis 1.64 g	1.65 bis 1.84 g	1.85 bis 2.04 g	2.05 bis 2.24 g	2.25 bis 2.44 g	2.45 bis 2.64 g	2.65 bis 2.84 g	2.85 bis 3.04 g	3.05 bis 3.24 g
1907	237	—	0.4	0.8	4.2	5.5	12.5	19.4	18.6	19.0	11.0	5.5	2.1	1.3	—
1908	129	—	—	—	—	3.1	2.3	7.8	14.7	25.6	20.9	14.7	8.5	1.6	0.8
1910	54	—	—	—	1.9	3.7	9.3	31.5	31.5	14.8	7.4	—	—	—	—
1911	122	—	—	3.3	17.2	35.2	29.5	13.9	0.8	—	—	—	—	—	—
1912	139	2.9	7.2	25.2	29.5	18.0	9.3	5.8	2.2	—	—	—	—	—	—
1914	60	1.7	10.0	21.7	25.0	31.7	5.0	5.0	—	—	—	—	—	—	—
1915	47	—	2.1	—	2.1	2.1	6.4	21.3	19.1	29.8	12.8	4.3	—	—	—
1916	40	—	5.0	30.0	15.0	17.5	25.0	2.5	5.0	—	—	—	—	—	—

Variation des Tausendkorngewichts.

Jahr	Anzahl Pflanzen	26 bis 27.9 g	28 bis 29.9 g	30 bis 31.9 g	32 bis 33.9 g	34 bis 35.9 g	36 bis 37.9 g	38 bis 39.9 g	40 bis 41.9 g	42 bis 43.9 g	44 bis 45.9 g	46 bis 47.9 g	48 bis 49.9 g	50 bis 51.9 g	52 bis 53.9 g	54 bis 55.9 g	56 bis 57.9 g	58 bis 59.9 g
1907	76	—	—	—	—	—	3.9	13.2	30.3	27.6	15.8	5.3	2.6	1.3	—	—	—	—
1910	54	—	—	—	—	—	—	—	—	7.4	7.4	18.5	31.5	34.1	5.6	3.7	—	1.8
1911	122	—	—	—	—	—	5.7	9.8	19.7	41.7	18.0	—	—	—	—	—	—	—
1912	139	3.6	3.6	4.3	7.2	18.0	23.0	18.0	11.5	8.6	9.3	—	—	—	—	—	—	—
1914	60	—	—	—	5.0	20.0	35.0	30.0	8.3	1.7	—	—	—	—	—	—	—	—
1915	47	—	—	—	—	—	—	—	2.1	4.2	17.0	31.9	34.1	10.6	—	—	—	—
1916	40	—	—	—	—	2.5	—	—	2.5	17.5	25.0	30.0	20.0	2.5	—	—	—	—

Variation der Bestockung.

Jahr	Anzahl Pflanzen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1907	237	0.4	12.6	19.0	19.0	22.5	10.1	6.3	3.8	1.7	0.8	0.8	0.4	—
1908	129	—	—	10.1	33.3	36.5	14.0	3.9	1.5	0.8	—	—	—	—
1910	54	—	—	27.8	48.1	14.8	3.7	3.7	—	1.9	—	—	—	—
1911	122	—	—	0.8	11.5	27.9	21.3	17.2	14.0	4.9	2.5	—	—	—
1912	139	—	—	1.4	7.9	16.5	24.4	21.6	15.8	8.6	2.2	0.7	0.7	—
1914	60	—	6.7	30.0	5.0	18.3	5.0	20.0	5.0	5.0	1.7	1.7	—	1.7
1915	47	—	—	4.3	21.3	38.3	14.9	10.6	8.5	2.1	—	—	—	—
1916	40	—	—	5.0	17.5	35.0	17.5	7.5	10.0	5.0	—	2.5	—	—

Jahre 1910. Am meisten aber springt wohl die bedeutende Überhöhung oder der Exzess der Kurven in die Augen, der aber seine einfache Erklärung darin findet, dass hier eben ausgewähltes Material vorliegt, wodurch die Symmetrie der Anordnung der Varianten notwendig gestört sein muss. Es ist deshalb auch nicht möglich, in dieser Richtung zu weit gehende Schlüsse aus dem Material zu ziehen. Ötken (Zeitschrift für Pflanzenzüchtung Bd. II, S. 453) fand aber gleichfalls ähnliche Verhältnisse in einem Weizenstamm und zwar bei einem in jeder Hinsicht einwandfreien Material, das sämtliche Pflanzen umfasste. Auf die Ursache der Erscheinung geht er dabei nicht näher ein, sondern äussert sich nur kurz folgendermassen: „Über die Bedeutung einer positiven oder negativen Schiefheit der Variantenverteilung liegen Feststellungen noch kaum vor. Nach meinen Beobachtungen scheint dort, wo eine Eigenschaft sich unter dem Einflusse eines oder weniger bestimmter Erbfaktoren entwickelt, die nach der Plusseite steil abfallende Kurve die Regel, während dort, wo eine Eigenschaft durch das Zusammenwirken ganz verschiedenartiger Faktoren zustande kommt, wo es sich also um Komplexeigenschaften handelt, das Gegenteil einzutreten scheint. Jedenfalls ist also auch in derartigen konstanten Linien der „Mittelwert“ nicht immer der „typische“ Wert für eine Eigenschaft.“

Unser Material erlaubt uns nicht, zu dieser Frage Stellung zu nehmen, da es durch den willkürlichen Eingriff der Auslese beeinflusst ist. So lässt sich z. B. der steile Abfall der Bestockungskurve 1910 sowohl wie auch in den anderen Jahren nach der Minusseite sehr leicht dadurch erklären, dass alle gering bestockten Pflanzen ausgeschieden sind und so die unterste Klasse sofort mit hoher Frequenz erscheint, da eben starke Bestockung ein Auslesemoment war. Bei den anderen Eigenschaften zeigt sich die Schiefheit der Kurven längst nicht in dem Maſse, da ihr Ausmass erst nachträglich berechnet wird und so bei der Auslese weniger entscheidend beeinflusst werden kann. Am geringsten ist die Schiefheit beim Kornertrag, der nur 1910 und 1914 einen steileren Abfall zur Minusseite aufweist, während beim Kornanteil fast in allen Jahren ein steiler Abfall zur Plusseite sich zeigt. Man könnte sich auch so ausdrücken, dass hinsichtlich des Kornanteils sich verhältnismässig recht viele Pflanzen unter den günstigen Bedingungen des Zuchtgartens der Höchstgrenze der Leistungsfähigkeit nähern.

Halmertrag und Tausendkorngewicht zeigen eine etwas gleichmässigere Verteilung mit Ausnahme der schon oben erwähnten Abweichungen. Überall aber finden wir bestätigt, dass mit Zunahme der Variantenzahl auch die Annäherung an die QUETELETsche Kurve grösser wird, eine Tatsache, die immer wieder eine Warnung sein muss, weitgehende Schlüsse aus zu geringem Material zu ziehen.

Sehr auffällig ist die dreigipflige Kurve für die Bestockung im Jahre 1914, die zu der Annahme führen könnte, der Boden wäre nicht gleichmässig gewesen, so dass jedem Gipfel ein Unterschied in der Bodenqualität entspräche. Wenn diese Möglichkeit auch selbst für einen Zuchtgarten zugegeben werden muss, so ist doch die Wahrscheinlichkeit gering, zumal die anderen Eigenschaften keinerlei derartige Beeinflussung zeigen, so dass mir eine sichere Erklärung fehlt, wenn man sie nicht in der geringen Zahl von 60 Individuen sehen will. Andererseits macht JOHANNSEN in seinen „Elementen der exakten Erblichkeitslehre" darauf aufmerksam, dass solche Unregelmässigkeiten häufig dadurch in die Erscheinung treten, dass bei geringer Individuenzahl die Klassengrenzen zu eng gewählt werden. Vereinigen wir daher je zwei Klassen miteinander, so verschwindet die Dreigipfligkeit und wir erhalten eine Kurve, die senkrecht nach der Minusseite und ganz allmählich nach der Plusseite abfällt, also den übrigen Bestockungskurven entsprechen würde. Es erscheint mir daher auch diese Erklärung als die wahrscheinlichste. Läge hier eine verschiedene Bodenqualität vor, so müsste dieses Beispiel uns ein Hinweis darauf sein, wie wichtig es ist, dass zu variationsstatistischen Untersuchungen nur in jeder Hinsicht gleichartiges Material herangezogen wird, das nur die unvermeidlichen zufälligen Verschiedenheiten aufweist, da man sonst zu ganz falschen Ergebnissen gelangt, wofür die Schule der Biometriker uns manches warnende Beispiel bietet und was auch der reinen Statistik vielfach ihren schlimmen Ruf eingetragen hat. Auf die an sich recht interessanten Verhältnisse der Schiefheit und Mehrgipfligkeit der Kurven einzugehen, ist an dieser Stelle leider nicht möglich.

Leicht zu erkennen ist dann aus der Tabelle noch die Variationsweite, die ja vielfach als Mass der Variabilität benutzt wird und sowohl in den verschiedenen Jahren als auch bei den einzelnen Eigenschaften recht erhebliche Schwankungen zeigt.

Viel mehr in die Augen fallend sind allerdings die Verschiebungen der Linienmittel unter dem Einfluss der jeweiligen Jahreswitterung. Wie oben erwähnt, haben wir zur weiteren Aufklärung dieser Verhältnisse ausser dem arithmetischen Mittel die Standardabweichung als exaktes Mass der Grösse der Variabilität und den Variationskoeffizienten zum Vergleich der Eigenschaften untereinander berechnet. Gegen die Benutzung des Variationskoeffizienten sind allerdings von verschiedener Seite, besonders von Duncker (Syngnathiden-Studien I, S. 12 und 75) begründete Bedenken insofern geäussert, als Mittelwert und Standardabweichung in keinerlei Beziehung zueinander stehen. Vorläufig haben wir jedoch keinen Ersatz dafür, der allgemein als besser anerkannt wäre, und solange dies nicht der Fall ist, wird man auf den Variationskoeffizienten nicht verzichten können, zumal er im allgemeinen einen brauchbaren Vergleichsmafsstab abgibt. Die gefundenen Werte mit ihren mittleren Fehlern sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 2.

Variationsgrössen.

Jahr	M	σ	v %
		1. Kornertrag.	
1907	9.6 ± 0.288	± 4.44 ± 0.203	46.2 ± 2.12
1908	10.4 ± 0.183	± 2.12 ± 0.132	20.4 ± 1.24
1910	7.6 ± 0.218	± 2.18 ± 0.209	28.7 ± 2.76
1911	8.7 ± 0.182	± 2.01 ± 0.142	23.1 ± 1.48
1912	8.8 ± 0.196	± 2.31 ± 0.139	26.3 ± 1.58
1914	5.8 ± 0.323	± 2.50 ± 0.227	43.1 ± 3.92
1915	10.5 ± 0.373	± 2.56 ± 0.264	24.4 ± 2.52
1916	7.2 ± 0.323	± 2.04 ± 0.226	28.3 ± 3.14
		2. Kornanteil.	
1907	35.1 ± 0.203	± 3.12 ± 0.143	8.92 ± 0.41
1908	35.5 ± 0.299	± 3.40 ± 0.212	9.57 ± 0.596
1910	32.9 ± 0.436	± 3.21 ± 0.321	9.77 ± 0.94
1911	25.8 ± 0.253	± 2.79 ± 0.178	10.80 ± 0.69
1912	20.0 ± 0.286	± 3.37 ± 0.202	16.83 ± 1.01
1914	25.9 ± 0.564	± 4.37 ± 0.397	16.88 ± 1.53
1915	29.7 ± 0.695	± 4.77 ± 0.492	16.08 ± 1.66
1916	25.4 ± 0.492	± 3.11 ± 0.345	12.24 ± 1.36

Noch Tabelle 2.
Variationsgrössen.

Jahr	M	σ	v %
		3. Halmertrag.	
1907	2.0 ± 0.026	± 0.393 ± 0.018	19.6 ± 0.91
1908	2.2 ± 0.031	± 0.352 ± 0.022	16.0 ± 1.00
1910	1.8 ± 0.035	± 0.254 ± 0.024	14.1 ± 1.36
1911	1.5 ± 0.018	± 0.201 ± 0.013	13.4 ± 0.86
1912	1.2 ± 0.025	± 0.297 ± 0.018	24.8 ± 1.48
1914	1.1 ± 0.034	± 0.263 ± 0.024	23.9 ± 2.17
1915	1.9 ± 0.050	± 0.343 ± 0.035	18.1 ± 1.86
1916	1.3 ± 0.049	± 0.310 ± 0.035	23.8 ± 2.64
		4. Tausendkorngewicht.	
1907	42.7 ± 0.177	± 2.73 ± 0.125	6.40 ± 0.294
1908	—	—	—
1910	48.8 ± 0.429	± 3.16 ± 0.304	6.48 ± 0.622
1911	42.7 ± 0.191	± 2.11 ± 0.135	4.94 ± 0.316
1912	37.3 ± 0.385	± 4.53 ± 0.272	12.14 ± 0.729
1914	37.5 ± 0.275	± 2.13 ± 0.194	5.68 ± 0.516
1915	47.5 ± 0.324	± 2.22 ± 0.229	4.68 ± 0.482
1916	45.5 ± 0.453	± 2.86 ± 0.318	5.66 ± 0.629
		5. Bestockung.	
1907	4.7 ± 0.132	± 2.03 ± 0.091	42.0 ± 1.93
1908	4.8 ± 0.098	± 1.11 ± 0.069	23.1 ± 1.44
1910	4.2 ± 0.131	± 0.97 ± 0.093	23.0 ± 2.21
1911	6.2 ± 0.139	± 1.54 ± 0.098	24.8 ± 1.58
1912	7.6 ± 0.134	± 1.58 ± 0.095	20.8 ± 1.25
1914	5.3 ± 0.333	± 2.53 ± 0.234	47.8 ± 4.35
1915	5.4 ± 0.205	± 1.38 ± 0.142	25.6 ± 2.64
1916	5.7 ± 0.273	± 1.73 ± 0.192	30.3 ± 3.37

Wir finden hier die eben erwähnte starke Schwankung des Linienmittels in den einzelnen Jahren bei allen fünf Eigenschaften klar zum Ausdruck gebracht. Es ist dies die jedem Landwirt nur zu gut bekannte Erscheinung, dass die Erträge je nach Boden, Witterungsverhältnissen und sonstigen Einwirkungen der Umwelt ganz ausserordentlich schwanken können. Im vorliegenden Falle sind jedoch die meisten dieser Faktoren ausgeschaltet: Boden, Standweite, Düngung usw. sind in allen Jahren gleich, d. h. der Boden des Zuchtgartens erhält nie eine Düngung. Auch die Saatzeit ist fast stets dieselbe. Sie fällt entweder in die letzte Woche des September oder in die erste

Woche des Oktober. Somit verbleibt neben kleineren unvermeidlichen Unregelmässigkeiten hauptsächlich die Jahreswitterung als ausschlaggebender Faktor für die Modifikabilität. Ihr tiefgreifender Einfluss zeigt sich bei allen Eigenschaften. Der Kornertrag, der 1914 mit 5.8 g je Pflanze seinen niedrigsten Stand erreicht, beträgt 1908 10.4 g und 1915 10.5 g. Nun zeigen ja die Erträge von 1914 und 1915 nicht unerhebliche mittlere Fehler. Nimmt man das 2.5—3fache derselben als Fehlergrenze an, so zeigt sich doch, dass die Unterschiede durchaus sicher gestellt sind. Die übrigen Jahre zeigen ein mehr mittleres Verhalten.

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse hinsichtlich des Kornanteils, Halmertrags und Tausendkorngewichts, die eine weitgehende Parallelität zeigen oder m. a. W. durch die Jahreswitterung überwiegend in der gleichen Richtung beeinflusst werden, während die Bestockung sich deutlich verschieden davon verhält. Ihre höchste Entwicklung zeigt diese 1912 mit 7.6 Stocktrieben je Pflanze, während Kornanteil, Halmertrag und Tausendkorngewicht in diesem Jahre ziemlich am ungünstigsten dastehen und der Kornertrag eine mittlere Ausbildung zeigt. Eine Erklärung hierfür müssen uns die Witterungstabellen geben können. Das diesbezügliche Material verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Rektor Schenk, des Leiters der meteorologischen Station Österbehringen bei Friedrichswerth. Das sehr umfangreiche Tabellenmaterial hier zu veröffentlichen, war leider nicht angängig. Für das Jahr 1914 ergeben sich daraus folgende Verhältnisse. Auf einen normalen Winter folgte ein warmer, regenreicher März mit 89.9 mm Niederschlägen gegenüber einem 25jährigen Durchschnitt von 46.6 mm, der das Wachstum schon sehr anregte, das jedoch im April durch scharfe zehrende Ostwinde wieder zum Stillstand gebracht wurde, wodurch überall das Getreide zurückging. Ein kühler Mai mit 93.4 mm Regen sorgte aber dann für einigermassen günstige Weiterentwicklung und gab den Pflanzen Gelegenheit, eine hohe Kornzahl anzulegen. Der darauf folgende trockene Juni verhinderte jedoch die Ausbildung der zahlreichen Körner, woran auch die reichlichen Regenmengen im Juli nichts mehr ändern konnten. Das sehr niedrige Tausendkorngewicht von 37.5 g ist die Folge dieser Entwicklung, und im Zusammenhang damit bleiben Kornertrag je Halm und Kornertrag je Pflanze gegenüber anderen Jahren

erheblich zurück, während die Bestockung infolge der günstigen Feuchtigkeitsverhältnisse im März eine mittlere Ausbildung zeigt.

Ganz anders liegen die Verhältnisse in den Jahren 1908 und 1915, die wieder untereinander in jeder Hinsicht Gegensätze darstellen, aber auch zeigen, dass ganz verschiedene Witterungsverhältnisse ein ähnliches Ernteergebnis hervorbringen können. Der kühle trockene März 1908 mit nur 37.9 mm Niederschlägen wirkte hemmend auf die Bestockung, die mit 4.8 Stocktrieben gegenüber anderen Jahren ziemlich gering ist. Nun folgte aber ein recht regenreiches Vierteljahr mit 330 mm Niederschlägen in sehr gleichmässiger Verteilung auf die Monate April, Mai und Juni, denen sich ein günstiger trockener Juli anschloss. Es konnte somit eine grosse Zahl Körner angelegt, wie auch ausgebildet werden, was sich in dem hohen Kornertrag je Pflanze von 10.4 g und dem hohen Halmertrag von 2.2 g äussert. Dabei ist auch der Kornanteil mit 35.5 % am höchsten von allen untersuchten Jahren. Das Tausendkorngewicht ist leider nur an wenigen Pflanzen ermittelt und lässt eine mittlere Ausbildung von ungefähr 42 g erkennen, die mit einer hohen Zahl angelegter und ausgebildeter Körner erklärt werden kann. In der Tabelle ist die Zahl wegen ihrer Unsicherheit infolge einer zu geringen Anzahl von Einzeluntersuchungen nicht angegeben.

Durchaus abweichende Witterungsverhältnisse bringt das Jahr 1915. An einen feuchten, aber an Temperaturgegensätzen reichen März schliesst sich ein durchaus trockenes Vierteljahr mit nur 98.9 mm Niederschlägen an, von denen 39.1 mm auf den April, 33.2 mm auf Mai und 26.6 mm auf Juni entfallen. Auch der Juli bringt mit 40.0 mm Regen keine wesentliche Erhöhung, ermöglichte aber doch eine weitere gute Ausbildung der Pflanzen, die bei verlängerter Vegetationszeit infolge des kühlen Frühjahrs und der wechselnden Temperatur im Mai in dem regenreichen August noch einen günstigen Abschluss fand. Wir müssen annehmen, dass der hohe Kornertrag von 10.5 g je Pflanze in diesem Jahre wesentlich durch eine gute gleichmässige Kornausbildung bedingt ist, wofür das ziemlich hohe Tausendkorngewicht von 47.5 g spricht. Es erübrigt sich wohl, für die anderen Jahre eine ähnliche Analyse zu geben. Die hier in Frage kommenden Verhältnisse sind besonders eingehend von v. SEEL[illegible] seinen Mitarbeitern (Journal für Landwirtschaft 1898—1908) untersucht, die dabei zu Ergebnissen

gelangten, auf die sich der vorliegende Erklärungsversuch in erster Linie stützt.

Die erheblichsten Schwankungen der Linienmittel in den verschiedenen Jahren finden sich bei den Eigenschaften, die mit dem Kornertrag in unmittelbarer Verbindung stehen, also erst einmal beim Kornertrag selbst, dann beim Halmertrag und dem Kornanteil. Der Minimalertrag beträgt hier im Durchschnitt nur die Hälfte des Maximalertrages. Die Erklärung dafür liegt darin, dass die Eigenschaft Kornertrag nicht einfach, sondern sehr kompliziert zusammengesetzt ist, wie dies ja mehr oder weniger für alle physiologischen Eigenschaften im Gegensatz zu den morphologischen zutrifft, die meist nur unter dem Einflusse einer geringeren Anzahl von Erbeinheiten stehen. Leider fehlt uns heute noch der tiefere Einblick in diese inneren Zusammenhänge, sonst würde es uns möglich sein, die Eigenschaft Kornertrag in eine grössere Zahl von Einzeleigenschaften aufzulösen, von denen Fruwirth in seinem Handbuch der Pflanzenzüchtung (Band 1, S. 265) einige als Beispiel anführt, wie Grösse der assimilierenden Oberfläche, Grad der Lebenstätigkeit der Zellen, Zahl und Üppigkeit der Achsen, Grösse und Zahl der Früchte, Grösse der Zellen usw. Über die letztere Frage der Grösse und Lebensintensität der Zellen haben in letzter Zeit besonders russische Forscher wie Kolkunow, Jakuschkine u. a. gearbeitet, ohne bisher zu eindeutigen, unwidersprochenen Ergebnissen gelangt zu sein.

Nicht ganz so gross sind bei unserem Weizen die Jahresunterschiede beim Tausendkorngewicht, das 1912 mit 37.3 g den niedrigsten, 1910 mit 48.8 g den höchsten Stand erreicht. Dass aber auch hier der Einfluss der Jahreswitterung sich häufig viel stärker geltend macht, darauf weist Grabner (Zeitschrift für Pflanzenzüchtung Bd. 3, 1915, S. 7) hin, der Versuche mit einer grossen Zahl von Weizenstämmen machte.

Wenden wir uns nun der Frage nach der Grösse der Variabilität der einzelnen Eigenschaften zu, die wir ja als Variationsweite schon kurz erwähnt haben, so hatten wir als exaktes Mass die Standardabweichung bezeichnet und zum Vergleich der verschiedenen Eigenschaften untereinander den Variationskoeffizienten. Wir sehen nun, dass beim Kornertrag die Variabilität in den verschiedenen Jahren nicht erheblich schwankt, vielmehr stets eine ähnliche Höhe des Ausmasses zeigt. Nur

das Jahr 1907 macht eine entschiedene Ausnahme. Stärkere Schwankungen zeigt das Ausmass der Variabilität dagegen beim Kornanteil und der Bestockung, während beim Tausendkorngewicht nur das Jahr 1912 eine bedeutende Erhöhung der Variabilität gegenüber dem recht gleichmässigen Verhalten der übrigen Jahre erkennen lässt.

Die Jahreswitterung spielt hierbei eine wichtige Rolle. So zeigt sich ganz auffällig, dass die Variabilität in dem trockenen Jahre 1911 durchweg bei allen Eigenschaften mit alleiniger Ausnahme der Bestockung am geringsten ist. Ganz dasselbe fand KIESSLING (Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 1915, S. 119) hinsichtlich der Korngrösse bei zweizeiliger nickender Gerste. Im übrigen kann man aber annehmen, dass das Mass der Variabilität für jede Eigenschaft typisch und unabhängig von der höheren oder niederen Lage des Linienmittels ist und zur Charakterisierung des Merkmales dienen kann. Auffällige Änderungen legen stets den Verdacht einer Fremdbefruchtung nahe, wobei die Modifikationsbreite durch erbliche Variationen erweitert werden kann.

Sehr erheblich sind dagegen die Unterschiede, die sich beim Vergleich der Variabilität der einzelnen Eigenschaften mit Hilfe des Variationskoeffizienten zeigen. Am höchsten ist dieser beim Kornertrag und der Bestockung, die aber untereinander ziemlich weitgehende Parallelität zeigen und das höchste Mass der Variabilität in den Jahren 1907 und 1914 erkennen lassen. Geringer ist schon die Variabilität des Halmertrages besonders im Jahre 1911 mit nur 13.4 %, während sie 1912 sich auf 24.8 % erhöht. Diese hohe Variabilität steht im Gegensatz zu Angaben von DIX (Die Anwendung der neueren Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der Pflanzenzüchtung in der landw. Praxis. Beiträge zur Pflanzenzucht, Heft 4, S. 130), der eine weitgehende Gleichmässigkeit des Halmertrages feststellen konnte. Am wenigsten variabel ist von unseren untersuchten Eigenschaften das Tausendkorngewicht, dessen Variationskoeffizient 1912 zwar noch 12.14 %, 1915 dagegen nur 4.68 % beträgt. Für den Kornanteil liegen die Zahlen etwas höher, erreichen aber doch nicht die des Halmertrages. Ganz die gleichen Ergebnisse fand ÖTKEN (Zeitschrift für Pflanzenzüchtung Bd. 2, S. 456) bei seinen Untersuchungen an einem Square-head-Stamm.

Die inneren Ursachen dieser Erscheinung sind dieselben, die wir schon beim Vergleich der Schwankungen der Linienmittel

erwähnt haben. Es ist das Zusammenwirken einer grösseren Anzahl von Faktoren der komplizierteren Eigenschaften Kornertrag und Bestockung gegenüber der einfacher veranlagten Eigenschaft Tausendkorngewicht, das eine höhere Modifikabilität im Gefolge hat. Doch muss hier besonders darauf hingewiesen werden, dass eine Parallelität zwischen den Schwankungen der Linienmittel der einzelnen Eigenschaften in verschiedenen Jahren und der Grösse der Variabilität derselben nicht besteht. Vielmehr zeigt die Standardabweichung eine bedeutend weitgehendere Gleichmässigkeit und geringere Schwankungen unter dem Einfluss der Jahreswitterung sowie der ganzen Umwelt als das absolute Linienmittel. Wie die Tabelle zeigt, sind die Schwankungen beider durchaus unabhängig voneinander. Leider sind wir über die inneren Ursachen der Modifikabilität noch nicht in dem Maſse aufgeklärt, um einigermassen sichere Annahmen über die Gründe der höheren oder geringeren Modifikabilität eines Merkmales in den einzelnen Jahren machen zu können, und auch über die Einwirkungen der Umwelt liegen meist nur Beobachtungen und keine exakten Feststellungen vor, die ihre natürliche Ursache in der Schwierigkeit der Versuchsanstellung haben. Ausserdem muss der Anreiz zu solchen Versuchen um so geringer sein, als das Interesse daran fast ganz theoretischer Natur ist.

In den bisherigen Ausführungen haben wir uns ausschliesslich mit den Eigenschaften als solchen beschäftigt. Nun wissen wir aber, dass diese nicht durchaus selbständig sind, sondern innerlich im Zusammenhang stehen und sich weitgehend gegenseitig beeinflussen. Die neuere Vererbungslehre hat uns ja gezeigt, dass es ein Irrtum war, wenn ursprünglich für jede einzelne Eigenschaft eine besondere Erbeinheit angenommen wurde. Die Forschungen des letzten Jahrzehnts haben vielmehr überzeugend dargetan, dass einmal jedes äusserliche Merkmal durch eine Mehrzahl innerer Faktoren bedingt wird und ausserdem dieselben Gene ganz verschiedene Eigenschaften, die äusserlich nicht ohne weiteres als im Zusammenhang stehend erkannt werden, beeinflussen können. Geht man von der Anschauung eines Organismus als Einheit aus, so war dieses Ergebnis zu erwarten. Weitere Komplikationen werden dadurch verursacht, dass bestimmte Erbeinheiten das Vorhandensein oder die Entwicklung anderer ausschliessen, Erscheinungen, die wir als Abstossung und Koppelung bezeichnen und die noch weiterer Aufklärung

bedürfen. „Auch liegt die Möglichkeit vor, dass eine Erbeinheit in ihrer Reaktionsfähigkeit durch das Fehlen oder Vorhandensein anderer Gene beeinflusst wird, dass sie sich z. B. in der einen Kombination von Eigenschaften ganz anders äussert als in einer anderen.“ (Ötken, Studien über die Variations- und Korrelationsverhältnisse bei Beta-Rüben. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung, Bd. 3.)

Bekannt ist diese Erscheinung der gegenseitigen Beziehungen ja seit langem und hat die Aufmerksamkeit vieler Forscher auf sich gezogen. Wir bezeichnen sie mit dem Namen der Korrelation, über die sehr viel gearbeitet ist. Die in ihren inneren Ursachen soeben beschriebenen „echten“ Korrelationen sind nur durch Vergleich von Mitteln reiner Linien festzustellen. Sie machen jedoch nur einen kleinen Teil der als Korrelationen beschriebenen Erscheinungen aus. Der weitaus grösste Teil ist durch Individuenvergleich in Populationen ermittelt und kann infolge der Ungleichheit der zugrunde liegenden Erbmasse keine unbedingte erbliche Bedeutung haben, während die sichere Erblichkeit ein Zeichen der echten Korrelationen ist. Diese statistischen Korrelationen in Populationen vereinigen in sich die Wirkung zweier ganz verschiedener Erscheinungen, der Variation und der Modifikation. Die letztere bewirkt dann auch, dass die Korrelation unter veränderten Verhältnissen eine andere wird. „Selbst am gleichen Orte können sich bei verschiedenen Verhältnissen bedeutende Unterschiede zeigen. Korrelationen, die bei Vergleich von Linienmitteln festgestellt werden, schliessen die Einzelmodifikationen aus. So wie beim Vergleich von Linien Variationen quantitativer Eigenschaften gegenüber Modifikationen nur in den Mitteln, nicht bei einzelnen Individuen erkannt werden können, so ist dieses auch bei den Korrelationen bei quantitativen Eigenschaften der Fall.“ (Fruwirth, Handbuch der Pflanzenzüchtung Bd. 1, S. 259.) Die Bedeutung der in Formengemischen ermittelten Korrelationen ist dementsprechend gering.

„Eine Anzahl von Korrelationen ist nur scheinbar. Es werden nämlich immer, wenn zwei Quantitäten, deren eine in der anderen enthalten ist, in Beziehung gesetzt werden, sehr starke positive Korrelationen zu finden sein. Selbstverständlich! Kann es wundernehmen, dass Hülsengewicht und Korngewicht

oder Hülsengewicht und Pflanzengewicht in vollkommener gleichsinniger Korrelation stehen? Diese Zahlen sagen uns doch eigentlich gar nichts, weil in dem Hülsengewichte das Gewicht der Körner und in dem Pflanzengewichte das Gewicht der Hülsen schon enthalten ist. Solche Korrelationen sind scheinbar, sie sind Statistik, Konstruktion." (Römer, Variabilitätsstudien. Arch. f. Rass.- u. Ges.-Biol. 1910, S. 440.)

Schliesslich müssen wir noch eine dritte Art von Wechselbeziehungen unterscheiden, nämlich diejenigen, die rein physiologischer Natur sind und zu denen man auch die scheinbaren Korrelationen rechnen kann. „Findet man beispielsweise, dass längere Pflanzen zugleich mehr Körner bringen als kürzere, so ist es sehr leicht möglich, dass bei den längeren Pflanzen einfach nur deshalb beide Eigenschaften vereinigt sind, weil sie günstigere Vorbedingungen für ihre Entwicklung hatten als die kürzeren und kornärmeren." (Lang, Einiges aus dem Gebiete der Feldbohnenzüchtung. Fühlings landw. Zeitung 1908, S. 481.) Solche physiologischen Wechselbeziehungen hat man mit dem Namen Symplasien bezeichnet, über die sich Römer (Über die sogenannten Korrelationen. Blätter für Zuckerrübenbau Bd. 25) folgendermassen äussert: „Gleichsinniges und gegensinniges Variieren im Ausmass mehrerer Eigenschaften, bedingt durch äussere Einflüsse der Lebenslage, also insbesondere durch die Ernährung, sind physiologische Wechselbeziehungen. Solche Wechselbeziehungen sind nicht erblich. Erblichkeit derselben kann vorgetäuscht werden durch Gleichartigkeit der Ausseneinflüsse in aufeinander folgenden Generationen. Züchterisch stehen diese Wechselbeziehungen physiologischer Art den Modifikationen gleich." Sie sind am sichersten innerhalb reiner Linien von Selbstbefruchtern zu studieren, weil dabei die Variationen ausgeschaltet sind und nur die Wirkung der Modifikationen zur Geltung kommt. Dementsprechend müssen sich auch die Symplasien unter dem Einfluss verschiedener Jahreswitterung ändern. Wir haben die diesbezüglichen Untersuchungen an unseren fünf Eigenschaften für vier Jahre durchgeführt. Es soll hier gleich bemerkt werden, dass diesen Untersuchungen ein züchterischer Wert nicht zukommt. Ein solcher liegt ausschliesslich im Vergleich von Mitteln reiner Linien, über die bisher nur eine beschränkte Anzahl von Arbeiten vorliegt, die gezeigt haben, dass „die Wechselbeziehungen der einzelnen Eigenschaften so gering

sind, dass sie einer zielbewussten Züchtung keine Schwierigkeit bereiten. Dadurch, dass bei Betrachtung der Linienmittel die Symplasieerscheinungen ausgeschaltet sind, erscheinen die Korrelationen wesentlich schwächer, als dies bei Betrachtung einzelner Pflanzen der Fall ist. Hierin liegt m. E. der Hauptgrund, weshalb den Korrelationen häufig ein zu grosser Wert beigelegt wurde. Ihre Bedeutung wurde überschätzt, weil sie eben bei Untersuchungen einzelner Pflanzen viel grösser erscheinen, als sie eigentlich sind. Die korrelative Variabilität der Linienmittel ist überall, wo formale Korrelation ausgeschlossen ist, so gering, dass von einer Gesetzmässigkeit nicht gesprochen werden kann." (RÖMER, Variabilitätsstudien S. 465.)

„Die Ansichten über den Nutzen der Kenntnis der Korrelationen waren schwankend, jedenfalls aber ist die Auffassung, dass sie eine indirekte Züchtung ermöglichte, als unrichtig allgemein aufgegeben. Der Wert unserer Kenntnis der Korrelationen liegt in anderer Richtung. Jeder Züchter muss vor Beginn seiner Züchtungsunternehmen sich darüber Klarheit verschaffen, wie weit die Erreichung seines Zuchtzieles im Bereiche der Möglichkeit liegt, welche Eigenschaften sich durch die Auslese nach den gewählten Selektionsmomenten unbeabsichtigt verändern und in welchem Maſse letzteres geschieht. Dieser Bedeutung der Korrelationen ist aber bei zahlreichen Studien nicht Rechnung getragen, da sie neben erblichen Variationen nichterbliche Modifikationen umfassen und sich auf Formengemische beziehen." (RÖMER, Variabilitätsstudien S. 413.)

Zur Feststellung der korrelativen Variabilität der untersuchten Eigenschaften habe ich mich der allgemein üblichen Korrelationstabellen bedient, die an sich schon einen recht guten Überblick geben, ob überhaupt eine Korrelation vorliegt oder nicht. Um Unregelmässigkeiten im Verlauf der Korrelation zu erkennen, habe ich ausserdem die gegenseitigen Klassenmittel berechnet und miteinander verglichen, wodurch ein ungradliniger Verlauf der Korrelation, wie er zuweilen vorkommt, leicht erkannt werden kann. Besonders häufig sind solche Fälle nicht, und unter den von uns aufgestellten Tabellen war nur eine, die eine gebogene Korrelationsachse zeigte, und zwar die Korrelation zwischen Kornanteil und Bestockung im Jahre 1908.

Hier war jedoch zugleich die Korrelation so schwach, dass die Tabelle für uns ohne Bedeutung war. Solche ungradlinigen Korrelationen können eintreten „infolge einseitig variierender Vegetationsfaktoren oder infolge der Verknüpfung zweier Eigenschaften, die nicht gegenseitig im graden Funktionsverhältnisse stehen, deren Ausmass also nicht durch die Formel des Regressionsgesetzes der relativen zur supponierten Eigenschaft $R \frac{x}{y} = r \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$ ausdrückbar ist, sondern einer komplizierteren Formel folgt". (Servit, Die Korrelationen bei den Ackerbohnen. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 1915, S. 154.) Die sonst übliche Berechnung des Variationskoeffizienten nach Bravais, die an sich keinerlei mathematische Kenntnisse erfordert, führt bei ungradlinigen Korrelationen zu falschen Ergebnissen und ist daher nicht anwendbar, während die genaue Berechnung ein weitergehendes mathematisches Wissen voraussetzt, das uns hier zu weit führen würde.

Für die übrigen Tabellen ist jedoch die Berechnung nach Bravais durchgeführt, da es für die vorliegenden Untersuchungen nicht genügen konnte, das Vorhandensein oder Fehlen einer Korrelation überhaupt festzustellen, sondern den Grad derselben zu ermitteln. Hierfür ist aber der Korrelationskoeffizient nach Bravais am geeignetsten trotz der etwas umständlichen Berechnung, die ja ziemlich zeitraubend ist, aber schliesslich doch nicht so viel Zeit in Anspruch nimmt wie das Aufstellen der Korrelationstabellen selbst. Einfacher ist ja die Berechnung nach Orphal, die dabei Ergebnisse liefert, die mit dem Bravaisschen Koeffizienten leidlich gut übereinstimmen, wie sich bei zweifacher Berechnung verschiedener Tabellen herausstellte. Eine noch bessere Übereinstimmung beider Koeffizienten konnte Römer (Variabilitätsstudien) feststellen, der eine grosse Anzahl von Vergleichsberechnungen ausgeführt hat. Der Hauptnachteil des Orphalschen Koeffizienten liegt darin, dass es nicht möglich ist, seinen mittleren Fehler zu berechnen. Deshalb habe ich mich auch der allgemeinen Übung angeschlossen und den Koeffizienten nach Bravais berechnet. Für den praktischen Züchter haben natürlich derartige Berechnungsmethoden keinerlei Wert. Für ihn genügt die Aufstellung der Tabellen. Hinsichtlich der Bezeichnung des Grades der Korrelation habe ich mich an das folgende Schema von Römer gehalten:

r = 0.0 —0.10	. .	Korrelation	nicht vorhanden
0.10—0.25	. .	„	sehr schwach angedeutet
0.25—0.50	. .	„	schwach angedeutet
0.50—0.75	. .	„	deutlich
0.75—0.90	. .	„	sehr deutlich
0.90—1.00	. .	„	vollkommen.

Schliesslich ist noch die Regression berechnet, d. h. das Mass, um das eine Eigenschaft bei Zunahme der anderen um eine Einheit zu- oder abnimmt. Die gewonnenen Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 3.

Korrelationen.

Jahr	Anzahl Pflanzen	r	$R\frac{x}{y}$	$R\frac{y}{x}$	
		1. Kornertrag und Kornanteil.			
1907	237	—	—	—	fehlend
1908	129	—	—	—	fehlend
1911	122	+ 0.322 ± 0.0812	+ 0.232	+ 0.446	schwach angedeutet
1912	139	+ 0.673 ± 0.0465	+ 0.461	+ 0.980	deutlich
		2. Kornertrag und Halmertrag.			
1907	237	+ 0.412 ± 0.054	+ 4.65	+ 0.037	schwach angedeutet
1908	129	+ 0.218 ± 0.084	+ 1.31	+ 0.036	sehr schw. angedeutet
1911	122	+ 0.199 ± 0.087	+ 1.99	+ 0.019	sehr schw. angedeutet
1912	139	+ 0.571 ± 0.057	+ 4.45	+ 0.074	deutlich
		3. Kornertrag und Tausendkorngewicht.			
1907	76	—	—	—	fehlend
1911	122	—	—	—	fehlend
1912	139	+ 0.448 ± 0.0677	+ 0.229	+ 0.880	schwach angedeutet
		4. Kornertrag und Bestockung.			
1907	237	+ 0.964 ± 0.0046	+ 2.100	+ 0.443	vollkommen
1908	129	+ 0.730 ± 0.0411	+ 1.395	+ 0.382	deutlich
1911	122	+ 0.795 ± 0.0333	+ 1.039	+ 0.609	sehr deutlich
1912	139	+ 0.502 ± 0.0635	+ 0.733	+ 0.343	deutlich
		5. Kornanteil und Halmertrag.			
1907	237	+ 0.340 ± 0.0574	+ 2.70	+ 0.043	schwach angedeutet
1908	129	+ 0.668 ± 0.0487	+ 6.45	+ 0.069	deutlich
1911	122	+ 0.711 ± 0.0447	+ 9.86	+ 0.051	deutlich
1912	139	+ 0.808 ± 0.0294	+ 9.17	+ 0.071	sehr deutlich
		6. Kornanteil und Tausendkorngewicht.			
1907	76	+ 0.310 ± 0.1035	+ 0.354	+ 0.271	schwach angedeutet
1911	122	+ 0.436 ± 0.0731	+ 0.576	+ 0.330	schwach angedeutet
1912	139	+ 0.610 ± 0.0533	+ 0.453	+ 0.820	deutlich

Noch Tabelle 3.

Korrelationen.

Jahr	Anzahl Pflanzen	r	$R \frac{x}{y}$	$R \frac{y}{x}$	
		7. Kornanteil und Bestockung.			
1907	237	— 0.410 ± 0.054	— 0.630	— 0.267	schwach angedeutet
1908	129	—	—	—	Nicht gradlinige Korrelation, schwach negativ
1911	122	—	—	—	fehlend
1912	139	—	—	—	fehlend
		8. Halmertrag und Tausendkorngewicht.			
1907	76	+ 0.262 ± 0.107	+ 0.038	+ 2.81	schwach angedeutet
1911	122	+ 0.440 ± 0.0731	+ 0.042	+ 4.61	schwach angedeutet
1912	139	+ 0.600 ± 0.0543	+ 0.0393	+ 9.15	deutlich
		9. Halmertrag und Bestockung.			
1907	237	—	—	—	in den unteren Klassen positiv, in den höheren Klassen negativ
1908	129	— 0.504 ± 0.0656	— 0.159	— 1.589	deutlich
1911	122	— 0.373 ± 0.0780	— 0.0486	— 2.851	schwach angedeutet
1912	139	— 0.331 ± 0.0756	— 0.0623	— 1.760	schwach angedeutet
		10. Tausendkorngewicht und Bestockung.			
1907	76	—	—	—	fehlend
1911	122	—	—	—	fehlend
1912	139	—	—	—	fehlend

Die Tabelle gibt uns einen Überblick über die Korrelationsverhältnisse in vier Jahren. Für die übrigen Jahre musste, wie schon oben erwähnt, von der Aufstellung und Berechnung der Korrelationstabellen Abstand genommen werden, da das vorliegende Material sich als nicht ausreichend dafür erwies. Bei einer Anzahl untersuchter Pflanzen von nur 40—60 zeigten die Tabellen so viele Unregelmässigkeiten und eine so grosse Unsicherheit, die besonders in der geringen Zahl von Varianten für die einzelnen Klassen lag, dass es aussichtslos erschien, darauf irgend welche Folgerungen aufzubauen. Die Grösse des mittleren Fehlers des Korrelationskoeffizienten zeigte gleichfalls die Unzulänglichkeit des Materials. Als Beispiel dafür kann der in der Tabelle angegebene Korrelationskoeffizient für die Wechselbeziehung zwischen Tausendkorngewicht und den Eigenschaften Kornanteil und Halmertrag im Jahre 1907 gelten, in dem das Tausendkorngewicht nur an 76 Pflanzen ermittelt war.

Die mit dem 2.5—3fachen des mittleren Fehlers angenommene Fehlergrenze erreicht die volle Höhe des Koeffizienten und macht ihn dadurch wertlos.

Aber auch unter den übrigen hier verwendeten Tabellen finden sich im einzelnen noch manche Unregelmässigkeiten. So ist z. B. die Korrelation zwischen Halmertrag und Bestockung im Jahre 1907 in den unteren Klassen positiv, in den höheren negativ, während sie in den übrigen Jahren durchweg negativ ist. Anscheinend hat hier die geringe Bestockung ihren Grund in einer allgemeinen Schwäche der betreffenden Pflanzen, die dementsprechend zugleich in der Kornausbildung zurückblieben. Die Ursachen dafür können natürlich ganz verschiedener Natur sein, über die höchstens Vermutungen angestellt werden könnten. Ötken fand die gleiche Erscheinung bei Untersuchung eines Weizenstammes (Korrelations- und Variabilitätsverhältnisse in einem konstanten Square-head-Stamm. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung Bd. 2, S. 445) sowie auch bei Ermittlung der Korrelationen zwischen Zuckergehalt und Gewicht der Beta-Rüben und konnte sie dort auf Wachstumserscheinungen zurückführen. (Variabilitäts- und Korrelationsverhältnisse bei Beta-Rüben. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung Bd. 3). Vor allem muss immer wieder darauf hingewiesen werden, wie unbedingt notwendig es ist, dass das Material, auf das man die Wahrscheinlichkeitsrechnung anwenden will, unter durchaus gleichmässigen Aussenbedingungen erwachsen ist. Sonst kann man zu ganz unsinnigen Ergebnissen gelangen, die vielleicht für die reine Statistik einen gewissen Wert haben, für biologische Untersuchungen aber eine direkte Gefahr bilden.

Bei Durchsicht der Tabelle 3 fällt nun in erster Linie auf, dass der Koeffizient derselben Korrelation in den verschiedenen Jahren recht erhebliche Schwankungen zeigt und somit seine Abhängigkeit von der Jahreswitterung deutlich erkennen lässt. Wir haben ja oben bereits darauf hingewiesen, dass den hier behandelten Korrelationen oder Symplasien die Modifikabilität in den einzelnen Eigenschaften zugrunde liegt. Trotzdem sind die Unterschiede in den Korrelationsverhältnissen der einzelnen Eigenschaften deutlich zu erkennen. Besonders ausgesprochen ist die Korrelation zwischen Kornertrag und Bestockung, die im Jahre 1907 fast vollkommen ist. Es ist ja eigentlich selbstverständlich, dass mit höherer Bestockung auch

der Kornertrag zunimmt. Es handelt sich hier um eine einfache Wachstumserscheinung, die natürlich auch bestimmten Störungen unterworfen ist, wie der geringere Korrelationskoeffizient von + 0.502 im Jahre 1912 zeigt.

Sonst steht aber der Kornertrag in keiner festen Beziehung zu einer der anderen Eigenschaften. Selbst die Korrelation zwischen Kornertrag je Pflanze und Halmertrag, der zuweilen in der Züchtung grössere Bedeutung beigelegt wird, ist bei unserem Weizenstamm recht unsicher und fehlt in den Jahren 1908 und 1911 fast ganz, wie die Koeffizienten + 0.218 und + 0.199 zeigen. Da der Kornertrag zustande kommt durch Halmertrag und Bestockung, so spielt auch die Beziehung zwischen diesen beiden Eigenschaften hierbei eine Rolle. Es steht ja ohne weiteres zu erwarten, dass diese Korrelation negativ sein muss, wie es auch die Koeffizienten für die einzelnen Jahre zeigen. Deutlich ist die Beziehung jedoch nur 1908 mit einem Korrelationskoeffizienten von — 0.504, während die Jahre 1911 und 1912 nur eine schwache Andeutung der Korrelation erkennen lassen, d. h. also, es haben in diesen Jahren mehr Pflanzen mit starker Bestockung auch noch eine gute Ährenausbildung der Nebenhalme vollzogen. Vergleichen wir nun in den verschiedenen Jahren die Koeffizienten der beiden Wechselbeziehungen zwischen Kornertrag und Halmertrag einerseits und Halmertrag und Bestockung andererseits, so sehen wir, dass sich die Beziehung streng zahlenmässig nicht verfolgen lässt. Die Jahresschwankungen der Koeffizienten erscheinen vielmehr unabhängig voneinander oder m. a. W. Halmertrag und Bestockung reagieren auf die Ausseneinflüsse mit verschiedenem Ausmass ihrer Ausbildung. Es erübrigt sich, im einzelnen auf diese Beziehungen einzugehen, da es sich dabei doch nur um spekulative Betrachtungen handeln könnte.

Ausserordentlich schwankend ist die Korrelation zwischen Kornertrag und Kornanteil, die 1907 und 1908 ganz fehlt, während sie 1912 mit + 0.673 ganz deutlich ist. Die Erklärung dafür liegt darin, dass Kornertrag und Strohertrag nicht in gleicher Weise durch die Wachstumsfaktoren beeinflusst werden, woraus sich die wechselnden Beziehungen zwanglos ergeben.

Das gleiche Bild zeigt die Beziehung zwischen Kornertrag und Tausendkorngewicht, die auch nur 1912 schwach angedeutet ist und sonst ganz fehlt. Dieses Ergebnis steht in gewissem

Gegensatz zu manchen anderen Untersuchungen, bei denen eine deutliche positive Korrelation dieser beiden Eigenschaften festgestellt wurde, wie sie vor allem auch Grabner (Wechselbeziehungen zwischen Kornertrag und Tausendkorngewicht des Weizens. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung Bd. 3, S. 7) bei seinen sehr umfangreichen Versuchen fand, die allerdings zum grossen Teil mit Populationen und im übrigen durch Vergleich von Linienmitteln durchgeführt sind, so dass sie hier nicht eigentlich zum Vergleich herangezogen werden können. Wenn Grabner im einzelnen manche Ausnahmen fand, so ist uns dies ein Hinweis, dass Korrelationen innerhalb reiner Linien und solche im Vergleich von Linienmitteln zwar eine gewisse Übereinstimmung aufweisen können, aber durchaus nicht zu zeigen brauchen. Ötken (Korrelations- und Variabilitätsverhältnisse in einem konstanten Square-head-Stamm, S. 445) konnte nur eine recht geringe positive Korrelation dieser beiden Eigenschaften feststellen, bestätigt also das von uns erhaltene Ergebnis.

Der Kornanteil steht in einigermassen sicherer Korrelation nur zum Halmertrag. Besonders die Jahre 1911 und 1912 zeigen durch ihre Koeffizienten von + 0.711 und + 0.808 einen hohen Grad der Gleichmässigkeit im Variieren der beiden Eigenschaften. Auch 1908 ist die Korrelation ganz deutlich, während sie 1907 nur schwach angedeutet ist. Ausser der Beziehung zwischen Kornertrag und Bestockung ist dies die einzige in allen Jahren deutliche Korrelation, die überhaupt zwischen den von uns untersuchten Eigenschaften besteht. Es handelt sich dabei auch um eine physiologische Wechselbeziehung, indem dieselben Ursachen, die eine gute Ausbildung vieler Ähren ermöglichen, damit zugleich auf einen hohen Kornanteil hinwirken. Die gleichen Ursachen liegen der folgenden Beziehung zwischen Kornanteil und Tausendkorngewicht zugrunde. Die Koeffizienten dieser beiden Korrelationen zeigen dementsprechend eine ziemlich weitgehende Parallelität, wie aus der Tabelle leicht zu ersehen ist. Nur ist die Korrelation zwischen Kornanteil und Tausendkorngewicht nicht so deutlich, erscheint vielmehr nur schwach angedeutet. Sie bleibt aber in allen Jahren ziemlich gleichmässig und weist nur geringe Schwankungen auf. Allerdings kann das Jahr 1907 nicht als beweiskräftig herangezogen werden, da der mittlere Fehler des Koeffizienten zu hoch ist, worauf oben schon hingewiesen wurde.

Keinerlei sichere Beziehung ist zwischen dem Kornanteil und der Bestockung aufzufinden. 1907 und 1908 erscheint sie schwach negativ, fehlt aber in den beiden anderen Jahren ganz. Es steht dies in Übereinstimmung mit den zwischen Kornanteil und Halmertrag ermittelten Beziehungen. 1911 und 1912 entspricht einem hohen Halmertrag auch ein hoher Kornanteil, während die Korrelation zwischen Halmertrag und Bestockung in diesen Jahren ganz schwach ist. Dementsprechend ergibt sich auch für diese Jahre keine Beziehung zwischen Kornanteil und Bestockung. Anders liegen die Verhältnisse in den Jahren 1907 und 1908, in denen die positive Korrelation zwischen Kornanteil und Halmertrag viel geringer ist, während Halmertrag und Bestockung in deutlicher negativer Korrelation zueinander stehen. Hier lässt auch die Beziehung zwischen Kornanteil und Bestockung ein gegensinniges Verhalten erkennen, wenn auch für 1908 der Koeffizient wegen ungradlinigen Verlaufs der Korrelationsachse nicht zu berechnen war. So sehen wir überall die Wirkung der Wachstumsfaktoren deutlich in die Erscheinung treten.

Betrachten wir nun schliesslich noch die Beziehungen zwischen Tausendkorngewicht einerseits und Halmertrag und Bestockung andererseits, so finden wir, dass Halmertrag und Tausendkorngewicht sich bis zu einem gewissen Grade gleichsinnig verhalten. 1907 muss ja wegen des hohen mittleren Fehlers ausscheiden. Immerhin ist die Korrelation nicht besonders stark ausgesprochen, während sie für Tausendkorngewicht und Bestockung ganz fehlt. Aus den bisherigen Betrachtungen ergibt sich auch hierfür ohne weiteres die Erklärung.

Schliesslich ist in der Tabelle 3 noch die Regression angegeben, die naturgemäss in ihren Jahresschwankungen dem Korrelationskoeffizienten parallel geht. Als Beispiel seien hier die beiden Eigenschaften Kornertrag und Bestockung angeführt. Nimmt die Bestockung um einen Stocktrieb zu, so steigt der Kornertrag 1907 um 2.1 g, 1908 um 1.4 g, 1911 um 1.0 g und 1912 um 0.7 g. Hinsichtlich der Beziehung zwischen Kornertrag und Halmertrag ergibt sich bei einer Zunahme des Halmertrages um 1 g eine Steigerung des Kornertrages je Pflanze 1907 um 4.7 g, 1908 um 1.3 g, 1911 um 2.0 g und 1912 um 4.5 g. Es ist nicht zu erwarten, dass diese Zahlen in den

Korrelationstabellen bei Vergleich der Klassenmittel einer Eigenschaft mit dem zugehörigen Mass der anderen ohne weiteres klar in die Erscheinung treten. Vielmehr zeigen sich viele Unregelmässigkeiten, die um so geringer werden, je ausgesprochener die Korrelation ist, aber teilweise ihren Ursprung auch darin haben, dass die einzelnen Klassen sehr eng gewählt sind. Fasst man je zwei Klassen zusammen, so zeigt sich ein viel gleichmässigerer Verlauf. Es war natürlich hier nicht möglich, die ganzen Korrelationstabellen abzudrucken. Wir müssen uns vielmehr auf einige wenige als Beispiele beschränken.

In den vorhergehenden Ausführungen haben wir stets betont, dass das Material nicht geeignet ist, als Grundlage für Behandlung von Erblichkeitsfragen zu dienen. Die einzige Möglichkeit, die sich hierfür bot, möchten wir aber doch nicht ungenutzt lassen. Im Jahre 1907 waren aus der vorliegenden Linie 4 zwei Nebenzweige 4/28 und 4/32 isoliert, die in allen Jahren einer Individualauslese unterworfen und neben Linie 4 getrennt weiter gebaut wurden. Leider wurden stets nur wenige Pflanzen davon eingehender untersucht. Nur 1911 und 1912 erschien die Zahl untersuchter Pflanzen mit 40 bezw. 44 und 49 bezw. 65 als einigermassen ausreichend zu weiterer Verarbeitung. Es muss gleich vorweg bemerkt werden, dass irgendwelche morphologischen Unterschiede zwischen der Linie 4 und ihren Zweigen nicht festgestellt werden konnten und auch in physiologischer Hinsicht die Gleichmässigkeit sehr weitgehend erschien.

Wir haben nun für die hier behandelten fünf Eigenschaften auch bei diesen drei Linien in den beiden Jahren die Variationsreihen angegeben, wobei die Variantenzahl für jede Klasse in Prozenten der Gesamtzahl der untersuchten Pflanzen angegeben ist (Tabelle 4), und ausserdem die variationsstatistische Rechnung ausgeführt, deren Ergebnisse sich in Tabelle 5 finden. Der Variationskoeffizient hat hier ja nur eine sehr geringe Bedeutung, da die arithmetischen Mittel sehr nahe beieinander liegen. Er ist nur angeführt, um auch daran den Grad der Übereinstimmung der drei Linien beurteilen zu können.

Tabelle 4.

Variation der Linie 4 im Vergleich mit den beiden Linienzweigen 4/28 und 4/32.

Kornertrag.

Linie	Anzahl Pflanzen	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	
							1911.							
4	122	—	2.5	6.5	17.2	20.5	19.7	10.7	11.0	6.5	2.5	2.5	—	—
4/28	44	—	—	4.5	13.6	18.2	9.1	18.2	13.6	6.8	9.1	2.3	4.5	—
4/32	40	—	—	2.5	10.0	12.5	45.0	10.0	5.0	7.5	7.5	—	—	—
							1912.							
4	139	2.9	0.7	10.0	12.2	16.5	17.2	13.7	12.2	6.5	4.3	2.2	4.4	—
4/28	49	4.1	0.0	6.1	16.3	18.3	22.4	10.2	16.3	0.0	4.1	2.2	—	—
4/32	65	1.5	1.5	6.2	12.3	9.2	13.8	13.8	12.3	12.3	12.3	1.5	1.5	1.5

Kornanteil.

Linie	Anzahl Pflanzen	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0	28.0	30.0
						1911.					
4	122	—	—	—	0.8	4.1	15.6	22.1	27.9	21.3	8.2
4/28	44	—	—	—	2.3	2.3	18.2	18.2	31.8	22.7	4.5
4/32	40	—	—	—	—	—	5.0	20.0	22.5	35.0	17.5
						1912.					
4	139	—	7.2	9.3	16.5	23.0	18.7	16.5	7.9	0.7	—
4/28	49	4.1	6.1	8.2	12.2	34.7	18.4	16.3	—	—	—
4/32	65	1.5	6.1	6.1	18.4	15.4	21.5	23.1	7.7	—	—

Halmertrag.

Linie	Anzahl Pflanzen	0.55	0.75	0.95	1.15	1.35	1.55	1.75	1.95
					1911.				
4	122	—	—	3.3	17.2	35.2	29.5	13.9	0.8
4/28	44	—	—	—	22.3	38.6	22.3	6.8	—
4/32	40	—	—	—	12.5	25.0	35.0	27.5	—
					1912.				
4	139	2.9	7.2	25.2	29.5	18.0	9.3	5.8	2.2
4/28	49	2.0	8.1	32.6	32.6	18.3	4.1	2.0	—
4/32	65	3.1	6.1	13.9	29.2	21.5	12.3	9.2	4.6

Noch Tabelle 4.

Variation der Linie 4 im Vergleich mit den beiden Linienzweigen 4/28 und 4/32.

Tausendkorngewicht.

Linie	Anzahl Pflanzen	27.0	29.0	31.0	33.0	35.0	37.0	39.0	41.0	43.0	45.0
					1911.						
4	122	—	—	—	—	—	5.7	9.8	19.7	41.7	18.0
4/28	44	—	—	—	—	—	—	11.4	15.9	50.0	22.7
4/32	40	—	—	—	—	—	2.5	2.5	12.5	45.0	37.5
					1912.						
4	139	3.6	3.6	4.3	7.2	18.0	23.0	18.0	11.5	8.6	9.3
4/28	49	6.1	8.2	4.1	—	20.4	18.4	14.3	12.2	12.2	4.1
4/32	65	3.1	—	3.1	9.2	13.8	18.5	18.5	12.3	9.2	12.3

Bestockung.

Linie	Anzahl Pflanzen	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
					1911.						
4	122	0.8	11.5	27.9	21.3	17.2	14.0	4.9	2.5	—	—
4/28	44	—	9.1	20.4	15.9	22.7	18.2	9.1	4.5	—	—
4/32	40	—	10.0	35.0	30.0	12.5	7.5	2.5	2.5	—	—
					1912.						
4	139	1.4	7.9	16.5	24.4	21.6	15.8	8.6	2.2	0.7	0.7
4/28	49	—	—	6.1	20.9	30.6	18.4	18.4	6.1	—	—
4/32	65	—	3.1	10.7	15.3	18.5	23.1	15.3	9.2	1.5	3.1

Tabelle 5.

Variation der Linie 4 im Vergleich mit den beiden Linienzweigen 4/28 und 4/32.

Linie	M	σ	v
		Kornertrag.	
		1911.	
4	8.7 ± 0.182	± 2.01 ± 0.142	23.1 ± 1.48
4/28	9.1 ± 0.352	± 2.34 ± 0.248	25.7 ± 2.73
4/32	8.7 ± 0.269	± 1.70 ± 0.190	19.5 ± 2.18
		1912.	
4	8.8 ± 0.196	± 2.31 ± 0.139	26.3 ± 1.58
4/28	8.3 ± 0.297	± 2.08 ± 0.210	25.1 ± 2.54
4/32	9.3 ± 0.314	± 2.54 ± 0.223	27.3 ± 2.40

Noch Tabelle 5.

Variation der Linie 4 im Vergleich mit den beiden Linienzweigen 4/28 und 4/32.

Linie	M	σ		v
		Kornanteil.		
		1911.		
4	25.8 ± 0.253	± 2.79	± 0.178	10.80 ± 0.69
4/28	25.1 ± 0.392	± 2.60	± 0.277	10.35 ± 1.11
4/32	26.6 ± 0.369	± 2.33	± 0.261	8.76 ± 0.98
		1912.		
4	20.0 ± 0.286	± 3.37	± 0.202	16.83 ± 1.01
4/28	19.8 ± 0.450	± 3.15	± 0.318	15.90 ± 1.61
4/32	20.6 ± 0.427	± 3.44	± 0.302	16.70 ± 1.46
		Halmertrag.		
		1911.		
4	1.5 ± 0.018	± 0.201	± 0.013	13.4 ± 0.86
4/28	1.4 ± 0.026	± 0.169	± 0.018	12.1 ± 1.29
4/32	1.5 ± 0.032	± 0.202	± 0.023	13.5 ± 1.51
		1912.		
4	1.2 ± 0.025	± 0.297	± 0.018	24.8 ± 1.48
4/28	1.1 ± 0.033	± 0.233	± 0.024	21.2 ± 2.14
4/32	1.2 ± 0.043	± 0.343	± 0.030	28.5 ± 2.50
		Tausendkorngewicht.		
		1911.		
4	42.7 ± 0.191	± 2.11	± 0.135	4.94 ± 0.316
4/28	42.7 ± 0.273	± 1.81	± 0.193	4.24 ± 0.452
4/32	43.2 ± 0.286	± 1.81	± 0.203	4.19 ± 0.469
		1912.		
4	37.3 ± 0.385	± 4.53	± 0.272	12.14 ± 0.729
4/28	36.8 ± 0.684	± 4.79	± 0.483	13.00 ± 1.312
4/32	38.4 ± 0.537	± 4.33	± 0.380	11.30 ± 0.990
		Bestockung.		
		1911.		
4	6.2 ± 0.139	± 1.54	± 0.098	24.8 ± 1.58
4/28	6.6 ± 0.247	± 1.64	± 1.750	24.8 ± 2.65
4/32	5.9 ± 0.201	± 1.27	± 1.420	21.5 ± 2.40
		1912.		
4	7.6 ± 0.134	± 1.58	± 0.095	20.8 ± 1.25
4/28	7.4 ± 0.237	± 1.66	± 0.168	22.4 ± 2.26
4/32	7.6 ± 0.218	± 1.76	± 0.154	23.2 ± 2.03

Bei Betrachtung der Variationsreihen sehen wir zuerst eine weitgehende Übereinstimmung sowohl in der Variationsbreite wie in der Lage der Linienmittel, während die Variantenverteilung in den einzelnen Klassen allerdings teilweise recht verschieden ist. Es scheint aber so, als ob wir dies auf die Unzulänglichkeit des Materials zurückführen müssen, insofern die Zahl untersuchter Pflanzen eben doch recht gering ist. Die Tabelle 5 bestätigt dies. Die gefundenen Unterschiede der drei Linien hinsichtlich der fünf Eigenschaften liegen überall innerhalb der Fehlergrenze. Dies gilt sowohl für die arithmetischen Mittel wie für die Standardabweichung. Es erübrigt sich wohl, hier im einzelnen darauf einzugehen. Die Tabelle zeigt diese Verhältnisse ja klar genug. Es würde das also heissen, hinsichtlich der untersuchten Merkmale ist durch Isolierung zweier neuer Linienzweige keinerlei Veränderung erreicht. Linie 4 und ihre Zweige 4/28 und 4/32 stimmen vielmehr überein. Nun ist dabei allerdings zu berücksichtigen, dass die Auswahl bei allen drei Linien nach denselben Gesichtspunkten erfolgte, also bei allen in der Richtung der Erhaltung des Liniencharakters wirkte, so dass wir unsere Schlussfolgerung derart einschränken müssen, dass wir sagen, es ist in den drei Linien in den Jahren 1907—1912 keine Mutation eingetreten, die den Liniencharakter hätte ändern können.

Zur Lösung der heute so sehr interessierenden Frage der Konstanz der reinen Linie und der Möglichkeit ihrer Veränderung ist es dringend erwünscht, dass noch eine grössere Anzahl exakter Versuche als bisher durchgeführt wird und dabei die physiologischen Eigenschaften besondere Berücksichtigung finden. Das dabei erhaltene Material würde zugleich die Möglichkeit bieten, die Variabilitätsverhältnisse in reinen Linien zu studieren, und auch als Grundlage für eine sichere Sortencharakteristik dienen können, die zwar praktisch von geringerer Bedeutung, wissenschaftlich aber von hohem Interesse sein würde.

Korrelation zwischen Kornanteil und Bestockung, 1907.

Fertig gemacht zur Berechnung nach BRAVAIS. $r = -0.410 \pm 0.054$.

Klassen-mittel		1	2	3	4	Ay 5	6	7	8	9	10	11	12	13		Summe	Mittel der Be-stockung
	a	−4	−3	−2	−1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	a		
25.1	−5	I (+) —	—	1 +10	1 +5	2 0	—	—	—	—	—	—	—	II (−) —	−5	4	4.2
27.1	−4	—	—	1 +8	1 +4	—	—	—	1 −12	—	—	—	—	—	−4	3	5.0
29.1	−3	—	—	1 +6	—	2 0	2 −3	2 −6	2 −9	1 −12	—	—	—	1 −24	−3	11	7.0
31.1	−2	—	—	—	2 +2	1 0	1 −2	2 −4	—	3 −8	2 −10	1 −12	1 −14	—	−2	13	7.9
33.1	−1	—	1 +3	5 +2	10 +1	10 0	4 −1	2 −2	3 −3	1 −4	1 −5	1 −6	—	—	−1	38	5.2
Ax 35.1	0	—	10 0	9 0	12 0	18 0	8 0	5 0	2 0	1 0	1 0	—	1 0	—	0	67	4.7
37.1	+1	—	10 −3	19 −2	11 −1	14 0	8 +1	3 +2	1 +3	—	—	—	—	—	+1	66	4.1
39.1	+2	1 −8	9 −6	8 −4	6 −2	4 0	1 +2	—	—	—	—	—	—	—	+2	29	3.2
41.1	+3	—	—	1 −6	2 −3	1 0	—	1 +6	—	—	—	—	—	—	+3	5	4.6
43.1	+4	— III (−)	—	—	—	1 0	—	—	—	—	—	—	—	— IV (+)	+4	1	5.0
	a	−4	−3	−2	−1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	a		My 4.7
Summe:		1	30	45	45	53	24	15	9	6	4	2	2	1		237	
Mittel des Korn-anteils:		39.1	36.9	36.0	35.4	35.2	34.9	34.3	32.4	31.7	32.6	32.1	33.1	[illegible].1	Mx 35.1		

Korrelation zwischen Kornertrag und Bestockung, 1907.

$r = +0.964 \pm 0.0046.$

Klassen-mittel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Summe	Mittel der Bestockg.
2.7	1	9	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	2.0
3.7	—	11	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	2.2
4.7	—	8	7	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	2.6
5.7	—	2	14	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	3.1
6.7	—	—	11	8	1	—	—	—	—	—	—	—	—	20	3.5
7.7	—	—	8	13	3	2	—	—	—	—	—	—	—	26	4.0
8.7	—	—	—	7	7	—	1	—	—	—	—	—	—	15	4.7
9.7	—	—	—	8	13	1	—	—	—	—	—	—	—	22	4.7
10.7	—	—	1	4	14	2	3	—	—	—	—	—	—	24	5.1
11.7	—	—	—	—	7	2	—	1	—	—	—	—	—	10	5.5
12.7	—	—	—	—	5	8	2	1	—	—	—	—	—	16	5.9
13.7	—	—	—	—	2	4	2	1	—	—	—	—	—	9	6.2
14.7	—	—	—	—	—	4	1	—	—	—	—	—	—	5	6.2
15.7	—	—	—	—	1	—	4	2	1	—	—	—	—	8	7.3
16.7	—	—	—	—	—	1	1	1	1	1	—	—	—	5	8.0
17.7	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—	3	8.3
18.7	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1	1	—	—	4	9.0
19.7	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2	9.0
20.7	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	1	2	1	7	11.0
Summe	1	30	45	45	53	24	15	9	6	4	2	2	1	237	M=4.7
Mittel d. Kornertrags	2.7	3.8	6.1	8.1	10.5	12.5	13.8	15.6	18.4	19.2	19.7	20.7	20.7	M= 9.5	

Korrelation zwischen Tausendkorngewicht und Bestockung, 1911.

Korrelation fehlt.

Klassen-mittel	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe	Mittel der Bestockung
36.7	—	—	1	—	—	1	1	—	3	7.3
37.7	—	—	—	3	—	1	—	—	4	6.5
38.7	—	1	—	1	1	—	—	—	3	5.7
39.7	—	1	3	2	3	—	—	—	9	5.8
40.7	—	—	2	1	2	1	—	1	7	6.9
41.7	—	2	6	1	3	3	—	1	16	6.2
42.7	1	3	5	4	4	5	2	1	25	6.4
43.7	—	4	10	7	4	5	3	—	33	6.2
44.7	—	1	4	4	2	1	—	—	12	5.8
45.7	—	2	3	3	2	—	—	—	10	5.5
Summe	1	14	34	26	21	17	6	3	122	M = 6.2
Mittel des 1000-Korngewichts	42.7	42.8	42.8	42.4	42.4	42.2	42.2	41.7	M = 42.6	

Korrelation zwischen Kornertrag und Tausendkorngewicht, 1912.

Zu enge Wahl der Klassenmittel beim Tausendkorngewicht.

$r = +0.448 \pm 0.0677.$

Klassenmittel	27.3	28.3	29.3	30.3	31.3	32.3	33.3	34.3	35.3	36.3	37.3	38.3	39.3	40.3	41.3	42.3	43.3	44.3	45.3	Summe	Mittel des Tausendkorngewichts
3.8	2	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	28.3
4.8	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	27.3
5.8	1	1	1	1	—	1	—	3	1	1	1	1	1	—	1	—	—	—	—	14	34.2
6.8	1	—	—	1	—	2	1	1	1	2	2	—	3	—	1	1	—	1	—	17	36.4
7.8	—	—	—	1	—	—	—	3	2	6	3	2	3	1	1	1	—	—	—	23	37.0
8.8	—	1	—	—	1	2	2	2	2	2	1	3	1	2	1	1	—	—	3	24	37.2
9.8	—	—	1	—	—	—	1	1	2	2	1	1	1	—	4	3	—	1	1	19	38.8
10.8	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4	2	—	2	1	1	1	2	1	1	17	39.3
11.8	—	—	—	—	1	1	—	—	2	—	—	1	—	—	1	—	1	2	—	9	38.4
12.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	1	1	—	6	41.8
13.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	1	3	40.3
14.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	2	41.8
Summe	5	3	2	4	2	6	4	10	12	18	10	8	14	5	11	8	4	7	6	139	M = 37.3
Mittel d. Kornertr.	5.0	6.1	7.8	6.1	10.3	8.1	8.6	7.5	9.2	8.9	8.3	8.7	9.4	9.8	9.4	9.5	11.6	11.2	10.1	M = 8.8	
Summe	5	5		6		10		22		28		22		16		12		13		139	
Mittel d. Kornertr.	5.0	6.8		7.5		8.3		8.5		8.7		9.1		9.5		10.2		10.7		M = 8.8	

Benutzte Zeichen und Formeln.

n = Gesamtzahl der Pflanzen.
p = Anzahl der Varianten einer Klasse.
M = arithmetisches Mittel.
A = angenommener Ausgangspunkt für die Berechnung.
a = Abstand einer Variante vom angenommenen Ausgangspunkt A.
b = Abstand des Ausgangspunktes A vom Mittelwert M.
x = supponierte Eigenschaft.
y = relative oder koordinierte Eigenschaft.
σ = Standardabweichung.
v = Variationskoeffizient.
r = Korrelationskoeffizient nach BRAVAIS.
R = Regression.
m = mittlerer Fehler.

$$M = A + b$$

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\Sigma p\, a^2}{n} - b^2}$$

$$v = \frac{100\,\sigma}{M}$$

$$r = \frac{\frac{\Sigma p\, a_x\, a_y}{n} - b_x\, b_y}{\sigma_x\, \sigma_y}$$

$$R\frac{x}{y} = r\,\frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

$$m_M = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$m_\sigma = \frac{\sigma}{\sqrt{2\,n}}$$

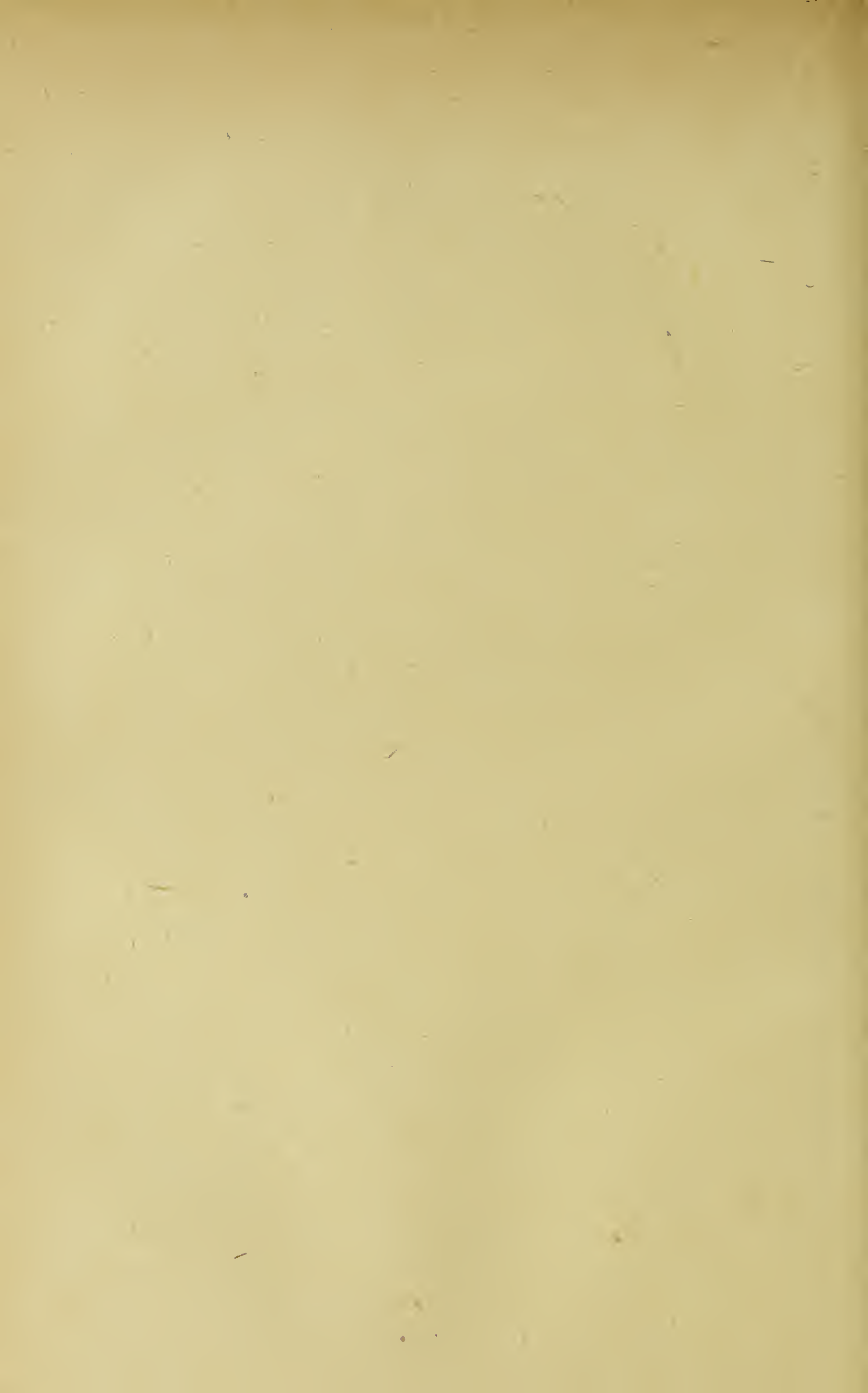
$$m_v = \frac{v}{\sqrt{2\,n}}$$

$$m_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}}$$

Benutzte Literatur.

1. EDLER, Vierjährige Haferanbauversuche 1900—1904. Arbeiten der D. L.-G. Heft 114.
2. FRUWIRTH, Handbuch der Pflanzenzüchtung. Berlin, 4. Auflage.
3. Derselbe, Korrelationen bei der Ackerbohne. Journal für Landwirtschaft 1901.
4. Derselbe, Versuche zur Wirkung der Auslese. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung Bd. 3, 1915.
5. GEERKENS, Korrelations- und Vererbungserscheinungen bei Roggen. Journa für Landwirtschaft 1901.
6. GRABNER, Steigerung der Ertragsfähigkeit der ungarischen Landweizen durch Züchtung. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung Bd. 2, 1914.
7. Derselbe, Wechselbeziehungen zwischen Kornertrag und Korngewicht des Weizens. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung Bd. 3, 1915.
8. JOHANNSEN, Elemente der exakten Erblichkeitslehre. Jena, 2. Auflage.
9. KIESSLING, Untersuchungen über die Vererbung von Stickstoffgehalt und Korngrösse der zweizeiligen nickenden Gerste. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung Bd. 3, 1915.

10. Kraus, Untersuchungen über die Vererbungsverhältnisse bei Nachkommenschaften reiner Linien. Fühlings landw. Zeitung 1917, S. 457—487.
11. Lang, Einiges aus dem Gebiet der Feldbohnenzüchtung. Fühlings landw. Zeitung 1908, S. 481.
12. Derselbe, Welches sind die hauptsächlichsten Ausleseeigenschaften bei der Futterpflanzenzüchtung? Beiträge zur Pflanzenzucht 1912.
13. Lotsy, Entstehung der Arten durch Kreuzung und die Ursache der Variabilität. Beiträge zur Pflanzenzucht 1914.
14. Obermayer, Charaktereigenschaften der Pedigreeweizensorten und ihre Vererbung. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung Bd. 2, 1914, S. 262.
15. Ötken, Einige Mitteilungen über Korrelations- und Variabilitätsverhältnisse in einem konstanten Square-head-Stamm. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung Bd. 2, 1914, S. 445.
16. Derselbe, Studien über Variations- und Korrelationsverhältnisse von Gewicht und Zuckergehalt bei Beta-Rüben. Landw. Jahrbücher 1915 und Zeitschrift für Pflanzenzüchtung Bd. 3, 1915.
17. Ohlmer, Über den Einfluss der Düngung und der Bodenfeuchtigkeit bei gleichem Standraum auf die Anlage und Ausbildung der Ähre beim Göttinger Square-head. Journal für Landwirtschaft 1908.
18. Orphal, Untersuchung über Korrelationserscheinungen bei mehreren Sorten von Vicia Faba. Landw. Versuchs-Stationen Bd. 67, 1907.
19. Preul, Untersuchungen über den Einfluss verschieden hohen Wassergehalts des Bodens auf die Entwicklung der Sommerweizenpflanze. Journal für Landwirtschaft 1908.
20. Römer, Variabilitätsstudien. Archiv für Rassen- und Gesellschafts-Biologie 1910, S. 397.
21. Derselbe, Über die sogenannten Korrelationen. Blätter für Zuckerrübenbau Bd. 25, 1917.
22. Derselbe, Vererbung von Leistungseigenschaften. Fühlings landw. Zeitung 1914, S. 257—268.
23. von Seelhorst, Einfluss der Standweite auf die Ausbildung und chemische Zusammensetzung der Pflanzen. Journal für Landwirtschaft 1899.
24. Derselbe, Einfluss des Wassergehalts des Bodens auf die Entwicklung der Pflanzen. Journal für Landwirtschaft 1900.
25. Derselbe, Neuer Beitrag zur Frage des Bodenwassergehalts auf die Pflanzenentwicklung. Journal für Landwirtschaft 1900.
26. Derselbe und Bünger, Versuche mit Sommerweizen. Journal für Landwirtschaft 1907.
27. Servit, Die Korrelationen bei den Ackerbohnen. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung Bd. 3, 1915, S. 149.



Mitteilung aus dem agrikultur-chemischen Laboratorium der Eidg. Technischen Hochschule.

Über die Herstellung sog. Presskartoffeln.

2. Mitteilung[1]) von

GEORG WIEGNER und H. MEHLHORN.

Inhalt.

A. Allgemeiner Teil.

In einer vor kurzem veröffentlichten Arbeit[1]) zeigte der eine von uns, dass die Herstellung von sog. Presskartoffeln, d. h. die Trocknung der Kartoffeln nach vorheriger Abpressung des grössten Teiles des Fruchtwassers, bei hohen Kohlenpreisen

---

[1]) 1. Mitteilung: G. WIEGNER, Landw. Jahrb. der Schweiz, 1918, S. 617—624.

sowohl vom volkswirtschaftlichen Standpunkte aus, was die Erhaltung von Nährstoffen gegenüber der gewöhnlichen Kellerlagerung anbetrifft, als vom privatwirtschaftlichen Standpunkt aus (in bezug auf Kohlenersparnis) in Ländern mit hohen Kohlenpreisen, wie in der Schweiz, bestimmte Vorteile bieten könnte. Bei unseren damaligen Versuchen, die in Uzwil (Kanton St. Gallen, Schweiz) ausgeführt wurden, gelang es, durch starke Pressung bei 250 Atmosphären $^9/_{10}$ der zur direkten Trocknung noch nötigen Kohlenmenge zu ersparen, so dass sogar die elektrische Trocknung der ausgepressten Kartoffeln, die bei direktem Trocknen zu teuer ist, in Erwägung gezogen werden konnte, womit jeder Kohlenverbrauch überhaupt vermieden werden kann, was z. B. für die Schweiz bei der Schwierigkeit des Kohlenimportes wünschenswert ist. Bei Anwendung geeigneter Pressfilter ist der Nährstoffverlust im Pressaft relativ gering, der Verlust mit dem Safte entsprach den gewöhnlichen Atmungsverlusten der Kartoffel in $1^1/_2$ bis höchstens $2^1/_2$ Monaten, wobei Verluste, die durch Faulen bei Kellerlagerung entstehen, nicht mit in Rechnung gesetzt sind. Diese Faulverluste überwiegen die Atmungsverluste leider oft bei weitem. Die Verluste durch den Pressaft betrugen bei diesen Versuchen 3.91 % bis 6.17 % des Gesamtnährwertes der Kartoffeln.

Wir haben die Pressung nunmehr bei etwas vermindertem Drucke wiederholen lassen und die Untersuchung noch etwas eingehender durchgeführt, als es früher geschehen konnte. Die verwendeten Frischkartoffeln enthielten 16.42 % Stärke (siehe den speziellen Teil der Arbeit Tabelle 3, 2. Spalte), ihr Gesamtnährwert betrug für 100 kg frische Substanz 17.47 kg Stärkeeinheiten mit 1.48 kg verdaulichem Rohprotein und 0.59 kg verdaulichem Reineiweiss. Sie wurden bei den neuen Versuchen bei ca. 150 Atmosphären ausgepresst. Die direkte Trocknung dieser Kartoffeln hätte auf den gewöhnlichen Walzen- oder auch auf den Schnitzeltrocknungsapparaten 13.71 kg Kohlen (à 6000 Kalorien) auf 1 Doppelzentner frische Kartoffeln erfordert. Durch das Pressen wurde 56.53 % des Frischgewichtes als Saft ausgepresst. Die Trocknung des zurückbleibenden Presskuchens verlangt nur noch 3.84 kg Kohlen, auf 100 dz frische Kartoffeln bezogen. Die Kohlenersparnis betrug beim schwächeren Auspressen in diesen Versuchen 72 %. Von den in den Ausgangskartoffeln vorhandenen 17.47 kg Stärkeeinheiten gingen 0.96 kg

(nach anderer Berechnungsweise nur 0.76 kg) mit 1.15 kg verdaulichem Rohprotein oder 0.57 kg verdaulichem Reinprotein zu Verlust. Der Verlust mit dem Pressaft betrug also 5.5 % des gesamten Stärkewertes der Ausgangskartoffeln, 77.7 % ihres verdaulichen Rohproteins und 96.6 % ihres verdaulichen Reinproteins. Da der Pressaft nur 0.14 kg des reinen Nährstoffes Stärke in 56.53 kg Saft aus 100 kg Ausgangskartoffeln enthält, ist der Verlust am Hauptnährstoff Kartoffelstärke nur 0.85 %, also nicht einmal 1/100 der Stärkemenge, ein Erfolg, der durch Anwendung der richtigen Pressfilter erreicht wird. Die Trockensubstanz des Pressaftes (4.17 % der Saftmenge beim schwächeren Pressen) ist eigenartig zusammengesetzt. Sie besteht nahezu zur Hälfte aus verdaulichem Rohprotein, zu einem Viertel aus verdaulichem Reineiweiss und zu einem weiteren Viertel aus Mineralbestandteilen. Der kleine, verbleibende Rest enthält ätherlösliche Stoffe und Kohlehydrate, von den letzteren ist nur ein Drittel wirkliche Kartoffelstärke. In den Presskuchen reichert sich nach Entfernung des Roh- und Reinproteins prozentisch die Stärke gegenüber den anderen Bestandteilen an, wodurch der Stärkewert des auf 12 % Wasser getrockneten Pressproduktes gegenüber dem direkt getrockneten Produkt ansteigt. Man gewinnt z. B. aus 100 kg der frischen Kartoffeln von der oben angeführten Zusammensetzung nach Pressung:

22.5 kg

getrocknete Presskartoffeln mit 12 % Wasser. 100 kg dieses Produktes haben einen Stärkewert von 73.38 kg mit 1.47 kg verdaulichem Rohprotein oder 0.08 kg verdaulichem Reineiweiss (vergl. die Tabellen 11 und 15); bei direkter Trocknung ohne vorherige Pressung:

25.2 kg

getrocknete Kartoffeln mit 12 % Wasser. 100 kg dieser direkt getrockneten Kartoffeln haben einen Stärkewert von 69.34 kg mit 5.88 kg verdaulichem Rohprotein oder 2.30 kg verdaulichem Reineiweiss (vergl. die Tabellen 10 und 15).

Es wird ausführlich diskutiert werden (S. 166 und 168), wie stark diese Eiweissverluste vom ernährungsphysiologischen Standpunkte aus zu bewerten sind. Die Gesamtverluste an Nährwert entsprechen bei diesen Versuchen den Atmungsverlusten in ca. 2 Monaten. Eine sorgfältige Berechnung der

Kohlenersparnis und Stärkewertanreicherung einerseits, der Saftverluste anderseits ergibt, dass, abgesehen von Betriebsspesen, Anlagekosten usw. bei bestimmten hohen Kohlenpreisen eine Presskartoffelanlage gegenüber direkter Trocknung Vorteile bieten könnte. Bei den jeweiligen Stückkohlenpreisen z. B. in Zürich und den entsprechenden Kartoffelpreisen würde eine Presskartoffelanlage bei 100 tägigem Betriebe und 100 Doppelzentnern täglicher Frischverarbeitung gegenüber einer direkten Trockenanlage nur infolge Kohlenersparnis, abgesehen von anderen Gesichtspunkten, die sich noch nicht übersehen lassen, bestimmte Mehrgewinne pro Kampagne aufweisen.

Bei den Berechnungen kann man die Pressaftverluste entsprechend ihrem Stärkewert als totale Verluste in Rechnung stellen, obwohl sich gewiss eine bestimmte Pressaftverwertung ausarbeiten liesse. Der Pressaft könnte zur Gewinnung bestimmter Nebenprodukte dienen. Das verdauliche Eiweiss lässt sich leicht ausfällen. Man könnte auch an Gärversuche mit dem Pressaft denken. Solche Versuche sollen noch durchgeführt werden. Jedenfalls verdient das neue Verfahren für Länder mit hohen Kohlenpreisen wie die Schweiz alle Beachtung. Die Rentabilitätsberechnungen müssen exakt durchgeführt werden, sobald eine Anlage praktisch in Betrieb genommen ist.

B. Spezieller Teil.

1. Zusammensetzung der Ausgangskartoffeln, der Presskuchen und des Pressaftes (Tabellen 1, 2, 3).

In unserer Gegenwart wurden Kartoffeln bei 150 Atm. Druck ausgepresst. Man erhielt aus 100 kg frischen Kartoffeln 43.47 kg Presskuchen und 56.53 kg Pressaft. Die Analysen ergaben:

(Siehe die Tabelle 1 auf S. 155.)

Die Stärke wurde durch Hydrolyse mit Salzsäure (2 %) und Reduktion der entstandenen Glukose nach Lenz bestimmt.[1]) Die Stärkebestimmung aus dem spezifischen Gewicht der Kartoffeln ergab 16.2 % statt 16.24 %, die durch chemische Bestimmung gefunden wurden.

---

[1]) V[illegible], Untersuchung landwirtschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe, 1911, S. 282.

Tabelle 1.

	Ausgangs-kartoffeln %	Presskuchen %	Pressaft %
Trockensubstanz	21.06	45.55	4.17
Organische Substanz	20.23	44.75	3.16
Rohprotein	2.18	1.88	2.16
Reinprotein	1.32	1.16	1.13
Rohfett	0.14	0.31	0.35
Rohfaser	1.54	3.42	keine
N-freie Extraktstoffe	16.37	39.14	0.65
Stärke	16.24	37.46	0.24
Rohasche	0.83	0.80	1.01
Verdauliches Rohprotein	1.69	0.76	2.04
Verdauliches Reinprotein	0.83	0.04	1.01

100 kg Ausgangskartoffeln liefern 43.47 kg Presskuchen und 56.53 kg Saft mit folgenden Nährstoffmengen:

Tabelle 2.

	100 kg Ausgangskartoffeln enthalten kg	43.47 kg Presskuchen enthalten kg	56.53 kg Pressaft enthalten kg
Trockensubstanz	21.06	19.80	2.36
Organische Substanz	20.23	19.45	1.79
Rohprotein	2.18	0.82	1.22
Reinprotein	1.32	0.50	0.64
Rohfett	0.14	0.13	0.20
Rohfaser	1.54	1.49	0.00
N-freie Extraktstoffe	16.37	17.01	0.37
Stärke	16.24	16.28	0.14
Rohasche	0.83	0.35	0.57
Verdauliches Rohprotein	1.69	0.33	1.15
Verdauliches Reinprotein	0.83	0.02	0.57

Die Nährstoffmengen im Presskuchen, vermehrt um die Mengen im Saft, müssen die Nährstoffmengen in den Ausgangskartoffeln ergeben. Das ist annähernd der Fall, wie folgende Tabelle zeigt:

(Siehe die Tabelle 3 auf S. 156.)

Die Zahlen stimmen natürlich nicht vollständig überein. Der Unterschied ist zum Teil aus Analysenfehlern, die unvermeidlich sind, zum grösseren Teil aus der Schwierigkeit der Probenahme bei den Ausgangskartoffeln zu erklären. Die rechts stehenden Zahlen kommen jedenfalls der Zusammensetzung der zum Pressen verwendeten Kartoffeln näher und sollen im weiteren zu den Rechnungen benützt werden.

Tabelle 3.

	100 kg Ausgangs-kartoffeln enthalten kg	100 kg Presskuchen und Saft enthalten kg
Trockensubstanz	21.06	22.16
Organische Substanz . . .	20.23	21.24
Rohprotein	2.18	2.04
Reinprotein	1.32	1.14
Rohfett	0.14	0.32
Rohfaser	1.54	[illegible]
N-freie Extraktstoffe . . .	16.37	17.38
Stärke	16.24	16.42
Rohasche	0.83	0.92
Verdauliches Rohprotein . .	1.69	1.48
Verdauliches Reinprotein .	0.83	0.59

2. Prozentische Verteilung der Nährstoffe auf Presskuchen und Pressaft (Tabelle 4).

Von 100 kg Nährstoffen gehen nachstehende Mengen in Kuchen oder Saft über:

Tabelle 4.

	davon in Kuchen kg	in Saft kg
100 kg Trockensubstanz	89.35	10.65
100 „ Organische Substanz	91.57	8.43
100 „ Rohprotein	40.20	59.80
100 „ Reinprotein	43.86	56.14
100 „ Rohfett	39.39	60.61
100 „ Rohfaser	100.00	0.00
100 „ N-freie Extraktstoffe	97.87	2.13
100 „ Stärke	99.15	0.85
100 „ Rohasche	38.04	61.96
100 „ verdauliches Rohprotein	22.30	77.70
100 „ verdauliches Reinprotein	3.39	96.61

Wir sehen aus der letzten Übersicht, dass das verdauliche Reinprotein nahezu vollständig mit dem Pressaft abgedrückt wird, dass ferner ca. $^3/_4$ des Rohproteins, das verdaulich ist, im Pressaft weggeführt wird. Über die Hälfte des gesamten Rohproteins, Reinproteins und Rohfettes findet sich ebenfalls im Saft, ebenso gehen ca. 62 $^0/_0$ der Mineralbestandteile in den Saft über; dagegen sind die Pressverluste an den Hauptnährstoffen der Kartoffeln, an den stickstofffreien Extraktstoffen und an der Stärke, gering. Der Verlust beträgt nur 2.13 $^0/_0$ der N-freien Extraktstoffe und nur 0.85 $^0/_0$ der Stärke der Ausgangs-

kartoffeln. Die Stärke, die ausgepresst wird, ist keine eigentliche Kartoffelstärke, sondern es handelt sich um lösliche Produkte (Dextrine, Zucker usw.), die Reduktionsvermögen besitzen. Im Nährwerte werden diese Stoffe der gewöhnlichen Stärke nahe stehen. Wir bestimmten in einem besonderen Versuche durch Auswaschen der getrockneten Ausgangskartoffeln mit 100 bis 150 ccm destilliertem Wasser auf dem Goochtiegel durch feinfaserigen Asbest die Menge der wasserlöslichen reduzierenden Substanzen. Wir fanden, dass in 100 g frischen Kartoffeln 1.0322 g wasserlösliche reduzierende Substanzen vorhanden waren, die als Stärke berechnet wurden. Berücksichtigen wir, dass die Ausgangskartoffeln 78.94 % Wasser enthalten, ferner, dass daraus 56.53 % Pressaft gewonnen werden, der 95.83 % Wasser enthält, so müsste im Pressaft, wenn alle lösliche reduzierende Substanz proportional dem Wassergehalt ausgepresst würde, an löslicher Stärke enthalten sein:

$$\frac{1.0322 \cdot 56.53 \cdot 0.9583}{78.94} = 0.71 \text{ kg lösliche Stärke in } 56.53 \text{ kg Saft.}$$

Wie die Tabelle 2 zeigt, wurden in 56.53 kg ausgepresstem Saft nur 0.14 kg lösliche Kohlenhydrate gefunden. Es bleiben also $^4/_5$ der löslichen, reduzierenden Substanzen in den Presskuchen erhalten. Jedenfalls genügt der äussere Druck nicht, um sie mit dem Presswasser aus dem Zellgewebe proportional der Wassermenge zu entfernen.

Die Kartoffel ist ein sehr eiweissarmes Nahrungs- und Futtermittel. Wir müssen allerdings dem Kartoffeleiweiss und auch den N-haltigen Stoffen nichteiweissartiger Natur nach den neuesten Untersuchungen von M. Hindhede entgegen den älteren Anschauungen O. Kellners eine nahezu totale Auswertungsfähigkeit zuschreiben.[1])

Aber gerade nach Hindhede ist der Eiweissbedarf des Menschen und auch der landwirtschaftlichen Nutztiere so gering, dass man ein Defizit an Eiweiss kaum in einer gebräuchlichen Nahrungs- oder Futterration nachweisen kann, wenn man nur sonst für genügende Kalorienzufuhr sorgt. Die ausgepresste

[1]) Vergl. Hindhede, Untersuchungen über die Verdaulichkeit der Kartoffeln. Skandin. Archiv für Physiologie 27, S. 277—294, spez. S. 287 bis 288, 1912. — Derselbe, Studien über Eiweissminimum. Skandin. Archiv für Physiologie 30, S. 97—182, 1913. — Derselbe, Die Ernährungsfrage. Berliner klinische Wochenschrift 1916, Nr. 17—20.

Menge Eiweiss lässt sich sehr leicht durch ganz geringe Eiweissmengen im Beifutter ersetzen, man braucht also nach ihm in dieser Hinsicht keine Besorgnisse zu haben. Ausserdem wird man sich bei Kartoffelfütterung niemals dem Glauben hingeben, eiweissreich zu füttern und wird stets von vornherein in der landwirtschaftlichen Fütterung für Eiweisszugaben sorgen, die dann den geringen Pressausfall leicht decken. Das Eiweissverhältnis in unseren Ausgangskartoffeln ist an und für sich sehr weit, nämlich: 1 : 28.7 (korrigierte Werte für Ausgangskartoffeln). Die Erniedrigung dieses Wertes auf nahezu Null wird also keine Enttäuschung mehr bereiten, da man von vornherein in allen Fütterungsrationen Eiweiss zulegen wird. Bei Fütterung von 1 kg Presskartoffeln wären dann nach unseren Versuchen ca. 6 g verdauliches Reineiweiss mehr im Beifutter zu geben, als bei Verfütterung von 1 kg lufttrockener Walzkartoffeln. Bedenklicher könnte der Mineralverlust in den Presskartoffeln erscheinen; aber auch darin erscheinen die Ausgangskartoffeln schon so stiefmütterlich bedacht, dass man bei jeder starken Kartoffelfütterung von Anfang an für Ersatz sorgen muss. Schon beim Kochen der Kartoffeln, die meist gedämpft, selten roh an Tiere verabreicht werden, muss man selbst im Ausgangsprodukt mit einem Verlust von Mineralstoffen im Koch- oder Dämpfwasser, das ja doch abgegossen wird, rechnen.

3. Zusammensetzung der Trockensubstanzen von Ausgangskartoffeln, Pressaft und Presskuchen (Tabelle 5).

Im Folgenden seien die direkt vergleichbaren Trockensubstanzen angegeben:

Tabelle 5.

100 kg Trockensubstanz enthalten:

	in den Ausgangskartoffeln kg	in den Presskuchen kg	im Pressaft kg
Organische Substanz	95.85	98.25	75.78
Rohprotein	9.21	4.13	51.80
Reinprotein	5.14	2.55	27.10
Rohfett	1.49	0.68	8.39
Rohfaser	6.72	7.51	0.00
N-freie Extraktstoffe	78.43	85.93	15.59
Stärke	74.10	82.24	5.76
Rohasche	4.15	1.76	24.22
Verdauliches Rohprotein	6.68	1.67	48.92
Verdauliches Reinprotein	2.61	0.09	24.22

Der Vergleich der Trockensubstanzen ist in mehrfacher Hinsicht interessant: Die Presskuchen sind prozentisch noch reicher an Kohlenhydraten als die Ausgangskartoffeln, dafür enthalten sie nur ca. die Hälfte an Rohprotein und Reinprotein, das verdauliche Rohprotein beträgt nur den vierten Teil in den Presskuchen, verglichen mit den Ausgangskartoffeln, der Gehalt an verdaulichem Reinprotein ist in den Presskuchen nahezu auf Null herabgesunken. Der Aschengehalt ist in den Presskuchen $^1/_3$ bis $^1/_2$ vom Gehalt der Ausgangskartoffeln. Die Trockensubstanz des Pressaftes ist eigenartig zusammengesetzt. Sie gleicht dem Ausgangsprodukt gar nicht mehr. Während das Ausgangsprodukt zu reichlich drei Vierteln aus Kohlenhydraten besteht, die Presskuchen sogar 86 $^0/_0$ der Trockensubstanz an Kohlenhydraten enthalten, während also diese beiden Produkte im wesentlichen Kohlenhydrat-Futtermittel sind, besteht die Trockensubstanz des Saftes zur reichlichen Hälfte aus Rohprotein, das nahezu vollständig verdaulich ist, und zu einem Viertel aus Mineralsubstanzen. Vom Rohprotein ist wiederum die Hälfte beinahe völlig verdauliches Reineiweiss. Der Gehalt an Kohlenhydraten ist auf 15—16 $^0/_0$ gesunken, wovon nur 5—6 $^0/_0$ reduzierende Substanzen (Dextrine, Stärke, Zucker), der Rest noch unbekannte Bestandteile sind. Wir haben es also im wesentlichen mit stickstoffhaltigen Substanzen von hoher Verdaulichkeit zu tun, die gewiss qualitativ gut zusammengesetzt sind, die aber quantitativ zurücktreten, wie die nachfolgende Rechnung zeigen wird, und die mit der ursprünglichen Gesamtnatur der Futterwirkung der stärkehaltigen Kartoffel nicht viel gemein haben.

4. Verdauungskoeffizienten für Rohprotein und Reinprotein (Tabelle 6).

Die Verdauungskoeffizienten, bestimmt durch Behandlung mit Pepsin-Salzsäure nach Stutzer, für Rohprotein sind in den einzelnen Fraktionen folgende:

Tabelle 6.

	Verdauungskoeffizienten		
	in den Ausgangskartoffeln	in den Presskuchen	im Pressaft
Rohprotein	72.55 $^0/_0$	40.43 $^0/_0$	94.45 $^0/_0$
Reinprotein	51.76 „	3.43 „	89.38 „

Wir beobachten also rasches Sinken der Verdauungskoeffizienten des Roh- und Reinproteins in den Presskuchen gegenüber dem Ausgangsprodukt, dagegen stark erhöhte Verdaulichkeit der stickstoffhaltigen Körper im Saft gegenüber dem Roh- und Reinprotein der frischen Kartoffeln.

Ein grosser Teil der stickstoffhaltigen Bestandteile der Kartoffeln sind nichteiweissartiger Natur, also Säureamide, Amide usw. Es kommen:

auf 100 Teile Rohprotein:
- 55.88 Teile Reinprotein in den Ausgangskartoffeln,
- 60.98 „ „ „ „ Presskuchen,
- 52.46 „ „ „ dem Pressaft.

Es reichern sich somit die N-haltigen Stoffe nichteiweissartiger Natur im Saft, das Reineiweiss im Kuchen gegenüber dem Gehalt an diesen Stoffen in den frischen Ausgangskartoffeln an.

5. Zusammensetzung der stickstofffreien Extraktstoffe.

Die stickstofffreien Extraktstoffe bestehen nur zum Teil aus Stärke und reduzierenden Substanzen. Unsere Versuche ergaben folgendes:

auf 100 Teile N-freie Extraktstoffe kommen 94.48 Teile Stärke und reduzierende Substanzen in den Ausgangskartoffeln,

auf 100 Teile N-freie Extraktstoffe kommen 95.71 Teile Stärke und reduzierende Substanzen in den Presskuchen,

auf 100 Teile N-freie Extraktstoffe kommen nur 36.92 Teile reduzierende Substanzen im Pressaft.

Die unbekannten N-freien Extraktstoffe reichern sich im Saft so an, dass sie ca. $^2/_3$ vom Prozentgehalt dieser Nährstoffklasse ausmachen. Der Pressaft müsste sich ausgezeichnet zur näheren Untersuchung dieser interessanten Stoffgruppe eignen.

6. Stärkewertberechnung für Ausgangskartoffeln (Tab. 7), Presskuchen (Tab. 8) und Pressaft (Tab. 9.).

Um einen Einblick in die Höhe der Pressverluste zu geben, sei die folgende Stärkewertberechnung gegeben. Bekanntlich ist der Stärkewert eines Futtermittels eine Vergleichszahl, die angibt, durch wieviel Kilogramm des Nährstoffes Stärke 100 kg des Futtermittels im Produktionsfutter in bezug auf den Fettansatz beim erwachsenen Ochsen ersetzt werden können. Die Anzahl Kilogramm Stärkewert dividiert durch 4 gibt den Fettansatz in Kilogramm im Produktionsfutter. Wir bekommen die folgende Übersicht:

Tabelle 7.

100 kg Ausgangskartoffeln enthalten:

	Verdaute Nährstoffe	Stärkewert
Eiweiss:[1] 1.14 kg mit Verdauungskoeffizient 51.76 %	= 0.59 kg à 0.94 Stärkewert	= 0.55 kg
Rohfett: 0.33 kg mit Verdauungskoeffizient 20 00 %	= 0.07 kg à 1.91 Stärkewert	= 0.13 kg
Rohfaser: 1 49 kg mit Verdauungskoeffizient 7.1 %	= 0.11 kg à 1.00 Stärkewert	= 0.11 kg
N-freie Extraktstoffe: 17.38 kg mit Verdauungskoeffizient 96.00 % .	= 16.68 kg à 1.00 Stärkewert	= 16.68 kg
	Stärkewert:	**17.47 kg**

Die Ausgangskartoffeln haben also 17.47 kg Stärkewert mit 1.48 kg verdaulichem Rohprotein oder 0.59 kg verdaulichem Reineiweiss in 100 kg frischem Material.

Tabelle 8.

100 kg Presskuchen enthalten (feucht):

	Verdaute Nährstoffe	Stärkewert
Eiweiss: 1.16 kg mit Verdauungskoeffizient 3.43 %	= 0.04 kg à 0.94 Stärkewert	= 0.04 kg
Rohfett: 0 31 kg mit Verdauungskoeffizient 20.0 %	= 0.06 kg à 1.91 Stärkewert	= 0.11 kg
Rohfaser: 3 42 kg mit Verdauungskoeffizient 7.1 %	= 0.24 kg à 1.00 Stärkewert	= 0.24 kg
N-freie Extraktstoffe: 39.14 kg mit Verdauungskoeffizient 96.0 % .	= 37.57 kg à 1.00 Stärkewert	= 37.57 kg
	Stärkewert:	**37.96 kg**

Die feuchten Presskuchen enthalten 37.96 kg Stärkewert mit 0.76 kg verdaulichem Rohprotein oder 0.04 kg verdaulichem Reineiweiss in 100 kg Material.

Da aus 100 kg Ausgangskartoffeln 43.47 kg Presskuchen gewonnen werden, bleiben in den Kuchen zurück: 16.50 kg

[1] Wir rechnen im folgenden mit verd. Reineiweiss statt mit verd. Rohprotein, wie es der eine von uns in einer früheren Arbeit tat. Die Rechnung mit Reineiweiss ist für die Bewertung der Fettproduktion nach Kellner angebrachter, als die Rechnung mit Rohprotein. Es wird über diese Frage noch diskutiert, gerade für die Kartoffeln sind nach Hindhede und nach Völtz die Amide usw. höher zu bewerten, als es Kellner vorschlug. Bei der Berechnung der Pressverluste macht die verschiedene Rechnungsweise einen Unterschied aus; z. B. ergibt sich aus 100 kg Kartoffeln 0.96 kg Stärkewertverlust bei Reineiweiss-Rechnung, dagegen 1.49 kg Stärkewertverlust bei Rohprotein-Rechnung. Bei der Fettmast ist die Kellnersche Berechnung nach dem Reinprotein-Gehalt, bei der Fleischmast und Milchfütterung die Rohprotein-Rechnung angebrachter.

Stärkewert mit 0.33 kg verdaulichem Rohprotein oder 0.02 kg verdaulichem Reineiweiss.

Abzug der Stärkeeinheiten und des Eiweissgehaltes der 43.47 kg Presskuchen von den Einheiten der 100 kg frischen Ausgangskartoffeln gibt den Produktionswert des ausgepressten Saftes:

100 kg frische Kartoffeln mit 17.47 kg Stärkewert,
1.48 kg verdaulichem Rohprotein oder 0.59 kg verdaulichem Reineiweiss.

— 43.47 kg Presskuchen mit 16.50 kg Stärkewert,
0.33 kg verdaulichem Rohprotein oder 0.02 kg verdaulichem Reineiweiss.

Verlust: 56.53 kg Pressaft mit 0.97 kg Stärkewert,
1.15 kg verdaulichem Rohprotein oder 0.57 kg verdaulichem Reineiweiss.

Dieselben Werte sollten wir aus der direkten Analyse des Pressaftes erhalten. Diese Rechnung stellt sich wie folgt:

Tabelle 9.

100 kg Pressaft enthalten:

	Verdaute Nährstoffe	Stärkewert
Eiweiss: 1.13 kg mit Verdauungskoeffizient 89.38 %	= 1.01 kg à 0.94 Stärkewert	= 0.95 kg
Rohfett: 0.35 kg mit Verdauungskoeffizient 20.0 %	= 0.07 kg à 1.91 Stärkewert	= 0.13 kg
Rohfaser: keine		
N-freie Extraktstoffe: 0.65 kg mit Verdauungskoeffizient 96.0 % .	= 0.62 kg à 1.00 Stärkewert	= 0.62 kg
	Stärkewert:	**1.70 kg**

100 kg Pressaft haben also 1.70 kg Stärkewert mit 2.04 kg verdaulichem Rohprotein oder 1.01 kg verdaulichem Reineiweiss. 56.53 kg Pressaft, die aus 100 kg Kartoffeln ausgepresst werden, haben somit: 0.96 kg Stärkewert, 1.15 kg verdauliches Rohprotein oder 0.57 kg verdauliches Reineiweiss.

Bei früheren Rechnungen haben wir von den N-freien Extraktstoffen nur die wirkliche Stärke bei der Stärkewertrechnung angesetzt. Wir wollen sie nach den neuesten exakten Versuchen von M. HINDHEDE als voll verdaulich annehmen. Die Stärkewerte würden sich dann folgendermassen gestalten:

100 kg Ausgangskartoffeln . . .	17.21 kg Stärkewert,
43.47 kg Presskuchen	16.45 „ „
56.53 „ Pressaft	**0.76 kg Stärkewert.**

Wir bekommen also das Ergebnis, dass aus 100 kg frischen Kartoffeln bei diesem Versuche im Durchschnitt $^{3}/_{4}$—1 kg Stärkewert mit 1.15 kg verdaulichem Rohprotein oder 0.57 kg verdaulichem Reineiweiss ausgepresst wurden, was den Atmungsverlusten der Kartoffeln in $1^{1}/_{2}$—2 Monaten entspricht.

Die Verluste erscheinen etwas höher, wenn die Stärkewertberechnung im Gegensatz zu Kellner so durchgeführt wird, dass die Amide höher bewertet werden. Setzt man maximal die Amide in ihrer Produktionswirkung gleich dem Reineiweiss, so wäre der Stärkewert des Verlustes 1.49 kg natürlich mit demselben verdaulichen Rohprotein- oder Reineiweissgehalt. Diese Wirkung wäre nur bei äusserst geschickter Eiweissbeifütterung am jungen Tier oder am Milchvieh zu erreichen, während die Verluste von $^{3}/_{4}$—1 kg Stärkewert für die Fettmast gelten. Für die allgemeine Verlustbewertung des Saftes sind diese letzten Zahlen beim heutigen Stande unserer Fütterung jedenfalls zu hoch.

7. Vergleichende Stärkewertberechnung für auf 12 % Wasser direkt getrocknete Kartoffeln (Tab. 10) und für Presskartoffeln (Tab. 11).

Wir fragen uns jetzt, welchen Wert besitzen die Trockenprodukte, die aus 100 kg frischen Kartoffeln beim Trocknen auf 12 % Wasser erhalten werden, wenn man das eine Mal direkt, das andere Mal nach Auspressen trocknet.

Tabelle 10.

100 kg direkt getrockneter Kartoffeln mit 12 % Wasser haben die Zusammensetzung:

		davon verdaulich	Stärkewert	
Trockensubstanz . .	88.00 kg			
Organische Substanz	84.35 kg,	72.82 kg		
Rohprotein	8.10 „	5.88 „		
Reinprotein . . .	4.52 „	2.30 „	2.16	69.34 kg
Rohfett	1.31 „	0.26 „	0.50	
Rohfaser	5.91 „	0.42 „	0.42	
N-freie Extraktstoffe	69.02 „	66.26 „	66.26	
Stärke	65.21 „	65.21 „		
Rohasche	3.45 „	nicht berechnet		
Verdaul. Rohprotein	5.88 „	5.88 kg		
Verdaul. Reinprotein	2.30 „	2.30 „		

100 kg direkt getrockneter Kartoffeln mit 12 % Wasser hätten demnach einen Stärkewert von 69.34 kg bei ausschliesslicher Reineiweissbewertung oder von 72.71 kg bei Gleichbewertung aller stickstoffhaltiger Substanzen des Rohproteins; das verdauliche Rohprotein betrüge 5.88 kg, das verdauliche Reineiweiss 2.30 kg.

Die Berechnung der Zusammensetzung und des Stärkewertes von 100 kg getrockneter Presskartoffeln mit 12 % Wasser würde ergeben:

Tabelle 11.

100 kg getrocknete Presskuchen mit 12 % Wasser haben die Zusammensetzung:

		davon verdaulich	Stärkewert	
Trockensubstanz . .	88.00 kg			
Organische Substanz	86.46 kg,	davon verdaulich 74.66 kg		
Rohprotein	3.63 „	„ „ 1.47 „		
Reinprotein . . .	2.24 „	„ „ 0.08 „	0.08	73.38 kg
Rohfett	0.60 „	„ „ 0.12 „	0.23	
Rohfaser	0.61 „	„ „ 0.47 „	0.47	
N-freie Extraktstoffe	75.62 „	„ „ 72.60 „	72.60	
Stärke	72.37 „	„ „ 72.37 „		
Rohasche	1.55 „	nicht bestimmt		
Verdaul. Rohprotein	1.47 „	„ „ 1.47 kg		
Verdaul. Reinprotein	0.08 „	„ „ 0.08 „		

100 kg Presskartoffeln, auf 12 % Wasser getrocknet, haben einen Stärkewert von 73.38 kg bei ausschliesslicher Reineiweissbewertung oder von 74.68 kg bei voller Gleichbewertung aller stickstoffhaltiger Substanzen des Rohproteins, das verdauliche Rohprotein beträgt 1.47 kg, das verdauliche Reineiweiss nur 0.08 kg.

100 kg getrocknete Presskartoffeln enthalten also, verglichen mit den direkt getrockneten Kartoffeln, ca. 2—4 kg Stärkewert mehr, je nach der Bewertungsform der Amide, sie enthalten 4.41 kg verdauliches Rohprotein und 2.22 kg verdauliches Reineiweiss weniger.[1] Der Mineralgehalt beträgt in den Presskartoffeln nur die knappe Hälfte vom Gehalt der direkt getrockneten Ware.

---

[1]) O. KELLNER bewertet 100 kg Presskartoffeln mit 12 % Wasser um 5.2 kg besser als direkt getrocknete Kartoffeln vom gleichen Wassergehalt, der Gehalt an verdaulichem Eiweiss wird um 1.6 % niedriger angesetzt (O. MENTZEL und L. v. LENGERKE, Landw. Kalender 1913, Tabelle 15).

8. Vergleichende Geldbewertung der direkt getrockneten und der Pressprodukte (Tabelle 12, 13 und 14).

Wenn wir keine Sonderbewertung des Eiweisses ansetzen, wären die Preise für 1 kg Stärkewert bei den verschiedenen Kartoffelpreisen folgende:

Tabelle 12

(nach E. Laur, Wirz's Schreibkalender 1919, Abschnitt XX).

Preis von 100 kg Kartoffeln	Preis von 1 kg Stärkewert	Preis von 100 kg Kartoffeln	Preis von 1 kg Stärkewert
4 Frs.	17.5 Rappen	11 Frs.	48.7 Rappen
5 „	22.0 „	12 „	53.1 „
6 „	26.4 „	13 „	57.5 „
7 „	30.9 „	15 „	66.4 „
8 „	35.3 „	18 „	78.0 „
9 „	40.0 „	20 „	87.0 „
10 „	44.2 „		

Die Preise für Kartoffeln betrugen in der Schweiz für 100 kg franko Bahnstation: 1913 8.33 Frs.; 1914 10.51 Frs.; 1915 13.44 Frs.; 1916 18.71 Frs.; 1917 20.11 Frs.; 1918 21.00 Frs.

Da die getrockneten Presskartoffeln beim Wassergehalt von 12 % durchschnittlich 3 kg Stärkewert pro 100 kg mehr haben, als die direkt getrockneten Kartoffeln, könnten sie im folgenden Maſse besser bezahlt werden:

Tabelle 13.

Jahr				
1913	um	1.10	Frs.	Mehrbewertung lediglich nach Stärkewertgehalt ohne Rücksicht auf Qualität und Eiweissgehalt.
1914	„	1.39	„	
1915	„	1.77	„	
1916	„	2.49	„	
1917	„	2.67	„	
1918	„	2.79	„	

Für die landwirtschaftlichen Betriebe ist nach E. Laur der Wert des Rohproteins nach dem Düngerwert einzuschätzen. Für schweizerische Verhältnisse mit vorwiegender Milchviehhaltung und Zucht können wir folgende Düngerwerte für 1 kg Stickstoff im Futter zeichnen (Wirz's Schreibkalender 1918, Abschnitt XX):

	in Betrieben mit N-Mangel (Rebbetriebe, Gemüsebau- und Ackerbauwirtschaften)		in Gras- und Kleegraswirtschaften	
	Stallmist und Jauchebehandlung:			
	vor dem Kriege	1918	vor dem Kriege	1918
sehr gut . .	60 Rp.	100 Rp.	20 Rp.	30 Rp.
mittel . . .	50 „	80 „	15 „	25 „
unter mittel .	30 „	50 „	10 „	15 „

100 kg getrocknete Presskartoffeln haben 4.47 kg Rohprotein oder 0.72 kg Stickstoff weniger als 100 kg direkt getrocknete Kartoffeln. Es wären also für die Stickstoffdüngerwirkung folgende Abzüge zu machen:

bei normalen Stickstoffpreisen und mittlerer Düngerpflege im Mittel 24 Rappen, nämlich in Betrieben mit Stickstoffmangel 36 Rappen, und in Gras- und Kleegraswirtschaften 11 Rappen;

bei Stickstoffpreisen im Kriege und mittlerer Düngerpflege im Mittel 38 Rappen, nämlich in Betrieben mit Stickstoffmangel 58 Rappen, und in Gras- und Kleegraswirtschaften 18 Rappen.

9. Mehrbewertung der getrockneten Presskartoffeln (Tab. 14).

Wir könnten also bei Berücksichtigung der Stickstoffdüngerwirkung die getrockneten Presskartoffeln pro 100 kg besser bezahlen, als die direkt getrockneten Kartoffeln:

Tabelle 14.

Jahr		Betrag		
1913	um	0.86	Frs.	Mehrbewertung von 100 kg getrockneten Presskartoffeln gegenüber 100 kg direkt getrockneten Kartoffeln nach Stärkewert und Stickstoffdüngerwirkung ohne Rücksicht auf Qualität usw.
1914	„	1.15	„	
1915	„	1.39	„	
1916	„	2.11	„	
1917	„	2.29	„	
1918	„	2.41	„	

10. Bewertung der Eiweissverluste vom ernährungsphysiologischen und fütterungstechnischen Standpunkte aus.

Was den Verlust an stickstoffhaltigen Substanzen vom ernährungsphysiologischen Standpunkt aus anbetrifft, so kann das Kartoffeleiweiss im allgemeinen ziemlich hoch bewertet werden. Nach M. Rubner[1]) kommt ein Mann aus:

	bei Kartoffelkost	mit	57 g	Rohprotein	pro	Tag,
	„ Reiskost	„	65 „	„	„	„
	„ Weissbrotkost	„	90 „	„	„	„
oder	„ Kartoffelkost	„	37 „	Reinprotein	„	„
	„ Reiskost	„	61 „	„	„	„
	„ Brotkost	„	81 „	„	„	„ .

Nach M. Hindhede sind bei Kartoffel- und bei Brotkost die notwendigen Rohproteinmengen pro Tag und Kopf noch geringer. In seinen Studien über das Eiweissminimum[2]) kommt

[1]) Volksernährungsfragen, Berlin 1908, S. 12 und Ztschr. f. Biol. 15, S. 117.
[2]) M. Hindhede, Skand. Arch. f. Phys. Bd. 30, S. 97—182, spez. S. 125 (1913).

er zum Schlusse, dass bei fast ausschliesslicher Kartoffelnahrung (nur Beigabe von Margarine und etwas Zwetschgen, Rhabarber oder Erdbeeren) genügen:

bei 3900 Kal. 25 g verdauliches Eiweiss,
„ 3000 „ 19 „ „ „ .

Bei diesen Versuchen war das Kartoffeleiweiss zu 84 % verdaulich, die Trockensubstanz, die Kalorien und das Fett zu 97 % und die Kohlenhydrate gar zu 99 % (ibid. S. 115). Bei Brotnahrung mit Margarine und Zwetschgen, Erdbeeren, Rhabarber usw. fand Hindhede übrigens ebenfalls einen geringen Eiweissbedarf, wie bei Kartoffeln, nämlich:

bei 3000 Kal. 19 g verdauliches Eiweiss.[1])

Die nach Rubner notwendigen 57 g Rohprotein wären in unseren Kartoffeln mit 2.04 % Rohprotein (korr.) durch 2794 g Kartoffeln pro Tag, die notwendigen 37 g Reinprotein bei einem Gehalte von 1.14 % (korr.) durch 3246 g Kartoffeln pro Tag gedeckt worden. Um das Eiweissbedürfnis eines Mannes zu befriedigen, sind also von unseren Ausgangskartoffeln ca. 3000 g nötig. Von den Presskartoffeln wären in getrockneter Form (mit 12 % Wasser) zur Deckung des Rohproteinbedarfes nötig gewesen: 1570 g; zur Deckung des Reinproteinbedarfes 1652 g, also im Mittel ca. 1600 g, die aus 7108 g frischen Kartoffeln hergestellt würden. Von den direkt getrockneten Kartoffeln mit 12 % Wasser hätten ca. 750 g genügt.

Nach Hindhede würden wir mit dem dritten Teile dieser Mengen zur Eiweissdeckung des Körpers vollkommen ausreichen. Der Eiweissbedarf ist nach ihm ja so gering, dass praktisch das Eiweissdefizit in unserer Ernährung niemals eine Rolle spielt, schon $\frac{1}{2}$ l Milch als Beikost genügt vollkommen, um das Eiweissbedürfnis zu decken, nach ihm brauchten wir uns demnach gar nicht um den geringen Eiweissverlust im Pressaft zu kümmern. Ein wesentlicher Unterschied in der Bewertung von Kartoffelreineiweiss und Kartoffelrohprotein existiert nach ihm nicht.[2])

[1]) M. Hindhede, Das Eiweissminimum bei Brotkost. Skand. Archiv für Physiologie Bd. 31, S. 259—320 (1914), spez. S. 290.

[2]) Übrigens geht ein Teil des Kartoffeleiweisses auch beim üblichen Kochen der Kartoffeln verloren. M. Hindhede berichtet, dass im Kochwasser 10 % der N-haltigen Stoffe vorhanden sind. M. Hindhede, Untersuchungen über die Verdaulichkeit der Kartoffeln. Skand. Archiv für Physiologie Bd. 27, S. 278 (1912).

Bei der Fütterung von getrockneten Presskartoffeln sollte man pro Kilogramm 44 g verdauliches Rohprotein zufüttern, um dieselbe Rohproteinwirkung zu haben, wie in 1 kg direkt getrockneten Kartoffeln. Zu bedenken ist aber, dass es leichter gelingen wird, das Rohprotein in den wasserärmeren Presskuchen vorsichtig zu trocknen und die gute Verdaulichkeit zu erhalten, als bei der direkten Trocknung, so dass man jedenfalls praktisch mit noch geringerem Eiweissbeifutter zu den Presskartoffeln auskommt und doch die gleiche Rohproteinwirkung erzielt, wie in den Flocken, Schnitzeln usw., die direkt getrocknet wurden. Den Verlusten an Mineralsalzen müsste man durch Beifütterung von Futterkalk und Salz begegnen.

11. Menge der Trockenprodukte beim direkten Trocknen und Trocknen nach Pressung (Tab. 15).

Wieviel Kilogramm Trockenprodukte von 12 % Wasser aus Kartoffeln von 77.84 % Wasser bei unseren Pressversuchen erhalten werden konnten, zeigt endlich die folgende Übersicht:

Tabelle 15.

Menge der frischen Kartoffeln mit 77.84 % H_2O und mit 17.47 kg Stärkewert pro 100 kg	Entsprechende Menge von getrockneten Presskartoffeln mit 12 % H_2O und 73.38 kg Stärkewert pro 100 kg	Entsprechende Menge von direkt getrockneten Kartoffeln mit 12 % H_2O und 69.34 kg Stärkewert pro 100 kg
397 kg = 69.34 kg St.-W.	89.4 kg = 65.60 kg St.-W.	100.0 kg = 69.34 kg St.-W.
100 „ = 17.47 „ „	22.5 „ = 16.51 „ „	25.2 „ = 17.47 „ „
444 „ = 77.59 „ „	100.0 „ = 73.38 „ „	111.9 „ = 77.59 „ „

Auf 100 kg direkt getrocknete Kartoffeln bekommen wir 10.6 kg getrocknete Presskartoffeln weniger. Dass trotzdem das Pressen sich privatwirtschaftlich bezahlt machen kann, haben unsere Rechnungen für die Schweizer Verhältnisse wahrscheinlich gemacht.

12. Kohlenersparnis beim Pressen auf Grund der jeweiligen Kohlenpreise (Tab. 16) und Ersparnis der Presskartoffeltrocknung gegenüber direkter Trocknung.

Die Kohlenersparnis beim Pressen der Kartoffeln.

a) Wieviel Kohlen brauchen wir zur direkten Trocknung von 100 kg unserer Kartoffeln mit 77.84 % Wasser?

100 kg frische Kartoffeln mit 77.84 % Wasser liefern 25.18 kg Trockenkartoffeln mit 12 % Wasser, es sind also 74.82 kg Wasser zu verdampfen. Um 1 kg Wasser zu verdampfen, braucht man 0.1833 kg Kohlen (à 6000 Kal.), wir brauchen demnach zur Herstellung der Trockenkartoffeln bei direkter Trocknung 13.71 kg Kohlen.

b) Wieviel Kohlen brauchen wir zur Herstellung von Trockenkartoffeln aus 100 kg Kartoffeln mit 77.84 % Wasser nach vorheriger Pressung?

100 kg frische Kartoffeln mit 77.84 % Wasser liefern 43.47 kg Presskuchen mit 54.45 % Wasser. Daraus können 22.50 kg Trockenkartoffeln mit 12 % Wasser hergestellt werden. Durch Trocknen müssen noch 43.47 — 22.50 kg = 20.97 kg Wasser entfernt werden, die 3.84 kg Kohlen à 6000 Kal. brauchen.

Durch Auspressen von 56.53 kg Saft aus 100 kg Frischkartoffeln bei 150 Atmosphären spart man also an Kohlen gegenüber der direkten Trocknung:

Totaltrocknung direkt.	13.71 kg Kohlen à 6000 Kal.
Trocknung nach Pressung	3.84 „ „ „ „ „
Auf 100 kg Kartoffeln Ersparnis:	**9.87 kg Kohlen à 6000 Kal.**

An Nährwerten gehen ca. 1 kg Stärkewert durch die Pressung verloren (vergl. S. 163). Es fragt sich von Fall zu Fall, ob der Geldwert des Verlustes durch den Geldwert der Kohlenersparnis gedeckt wird.

Die ungefähren Durchschnittspreise für Stückkohlen, Brechkoks und Grosskoks betrugen pro 10 Tonnen franko Zürich z. B.:

Tabelle 16.

Jahrgang	Stückkohlen ca. Frs.	Brechkoks ca. Frs.	Grosskoks ca. Frs.
1913	285	460	410
1914	315	430	390
1915	350	415	381
1916[1]	388	680	523
1917[2]: 7. 3. bis 3. 6. .	714	869	749
4. 6. „ 18. 9. .	824	990	870
19. 9. „ 31. 12. .	1124	1324	1189
1918: 1. 1. bis 2. 6. . .	1124	1324	1189
3. 6. bis jetzt . .	2185	2650	2380

[1]) Bis und mit 1916 sind die Preise die freien Handelspreise.

[2]) Ab 1917 die vom Bund festgesetzten Höchstpreise ab Basel inkl. Fracht bis Zürich.

Es ist einleuchtend, dass bei Kohlenpreisen von 21.85 Frs. pro Doppelzentner das Pressverfahren, das wenigstens 72 % der Kohlen sparen lässt, wofür die Saftverluste von ca. 1 kg Stärkewert auf 100 kg frische Kartoffeln in Kauf genommen werden müssen, eine privatwirtschaftliche Berechtigung haben kann. Bei geringen Kohlenpreisen kann natürlich auch der Geldwert des Saftverlustes den Wert der Kohlenersparnis überwiegen. Nach unseren Untersuchungen wird es möglich sein, sobald die Betriebskosten des Pressverfahrens in einer Anlage genau ermittelt sind, zu entscheiden, bei welchem Kohlenpreise die vorherige Pressung und mechanische Wasserentfernung unsere Beachtung verdient. Für Schweizer Verhältnisse scheint uns dieser Zeitpunkt gekommen zu sein; da in Deutschland Preise und Förderungsverhältnisse sich für die Zukunft schlecht übersehen lassen, müssen wir vorläufig mit einem Urteil über die Aussichten für deutsche Verhältnisse zurückhalten.

Bei den Rechnungen kann man zugunsten der Presstrocknungsanlage einen verminderten Kohlenverbrauch um wenigstens 72 % und eine bessere Geldbewertung des Pressproduktes, entsprechend seinem höheren Stärkewerte unter Berücksichtigung seines verminderten Stickstoffdüngerwertes annehmen. Die Saftverluste sind mit 5.72 % des Stärkewertes zu berücksichtigen, eine besondere Verwertung des Saftes, die möglich erscheint, ist bisher nicht angenommen.

13. Herstellung von Kartoffelmehl aus Presskartoffeln.

Wir überzeugten uns, dass es leicht war, aus den Presskuchen durch Absieben der Schalenteilchen ein sehr hell gefärbtes Kartoffelmehl herzustellen. Bei einem Versuch im kleinen bekamen wir durch Absieben durch ein 0.01 mm-Rundloch-Sieb 95.72 % eines ziemlich hellweiss gefärbten Mehles und 4.28 % Schalenteile. Ein Fabrikprodukt der Firma Bühler-Uzwil enthielt 2.84 % Rohprotein und 1.05 % Rohasche. Dieses Produkt war ziemlich rein weiss gefärbt. Im allgemeinen haben die Presskartoffelmehle weniger N-haltige Stoffe ($^1/_2$ bis $^1/_3$) und weniger Mineralbestandteile (ebenfalls $^1/_2$ bis $^1/_3$), wie die aus direkt getrockneten Kartoffeln gewonnenen Mehle.

Zum Gehalt der Haferpflanze an Phosphorsäure und seinen Beziehungen zu der durch eine Nährstoffzufuhr bedingten Ertragserhöhung.

Von

EILH. ALFRED MITSCHERLICH-Königsberg i. Pr.

(Mit einer Textabbildung.)

TH. PFEIFFER und seine Mitarbeiter haben in einer neuesten, sehr eingehenden Untersuchung: „Der Gehalt der Haferpflanzen an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali und seine Beziehung zu der durch eine Nährstoffzufuhr bedingten Ertragserhöhung“[1]) ein Gesetz gefunden, welches besagt, dass für diejenigen Punkte von Ertragskurven, bei denen die Steigerung dividiert durch den jeweiligen Ertrag (die Subtangente) zu denselben Werten führt, die in Frage kommenden Erträge den gleichen prozentischen Nährstoffgehalt aufweisen.

Da wir verschiedenes Material für die Steigerung der Hafererträge mit der Phosphorsäuregabe in Form von verschiedenen Düngemitteln seiner Zeit erhielten, und auch von den verschiedenen Ernteerträgen den Phosphorsäuregehalt bestimmten,[2]) so war es für mich naheliegend, an der Hand dieses Materiales das PFEIFFERsche Gesetz nachzuprüfen, um zu untersuchen, ob es auch bei Anwendung verschiedener Düngemittel seine Gültigkeit behielt; denn nur dann kann es meines Erachtens als ein grundlegender Vorstoss zur Ermittelung des Düngerbedürfnisses des Bodens mit Hilfe der Pflanzenanalyse angesehen werden.

Ich möchte mich hier nur auf die von uns ausgeführten längeren Versuchsreihen beschränken, da auch ich ebenso wie TH. PFEIFFER diesen für diese Untersuchungen einen höheren Wert beimesse, und lasse in der folgenden Zusammenstellung die gefundenen Mittelwerte und ihre wahrscheinlichen Schwankungen folgen:

---

[1]) Journal für Landwirtschaft 1919, S. 1—57.

[2]) Landw. Jahrbücher, u. a. 14. Mitteilung, Bd. LIII, 1912, S. 405—418.

Tabelle 1.

	Differenz-Düngung P_2O_5 g	Trockensubstanz-erträge gefunden g	be-rechnet g	Phosphorsäuregehalt gefunden %	be-rechnet %	Phosphorsäureertrag gefunden g	be-rechnet g
—	0.000	9.8 ± 0.5	9.7	0.187 ± 0.006	0.173	0.017 ± 0.001	0.017
Einbasisch phosphorsaurer Kalk	0.026	19.3 ± 0.5	18.9	0.175 ± 0.001	0.184	0.034 ± 0.001	0.037
	0.051	27.2 ± 2.0	26.6	0.207 ± 0.008	0.201	0.056 ± 0.003	0.056
	0.103	41.0 ± 0.9	38.6	0.215 ± 0.001	0.234	0.088 ± 0.002	0.091
	0.154	43.9 ± 1.1	47.1	0.278 ± 0.001	0.263	0.122 ± 0.004	0.120
	0.256	54.9 ± 3.7	57.4	0.329 ± 0.005	0.312	0.180 ± 0.009	0.170
	1.025	61.0 ± 2.2	67.6	0.861 ± 0.034	0.466	0.521 ± 0.010	0.316
Zweibasisch phosphorsaurer Kalk	0.022	17.3 ± 1.7	16.0	0.215 ± 0.010	0.201	0.037 ± 0.003	0.037
	0.045	18.7 ± 1.6	21.6	0.243 ± 0.002	0.234	0.045 ± 0.004	0.056
	0.089	35.5 ± 2.4	31.1	0.272 ± 0.005	0.289	0.096 ± 0.005	0.090
	0.143	39.3 ± 1.3	38.6	0.298 ± 0.005	0.332	0.117 ± 0.004	0.120
	0.223	49.5 ± 1.5	49.4	0.358 ± 0.022	0.394	0.179 ± 0.017	0.170
	0.891	65.2 ± 2.8	67.1	0.479 ± 0.011	0.497	0.312 ± 0.016	0.316
Dreibasisch phosphorsaurer Kalk	0.200	36.4 ± 2.7	35.1	0.278 ± 0.006	0.289	0.100 ± 0.005	0.100
	0.410	48.7 ± 2.4	49.4	0.370 ± 0.007	0.370	0.187 ± 0.007	0.162
	0.810	52.6 ± 1.4	61.9	0.412 ± 0.008	0.448	0.217 ± 0.005	0.242
	1.620	67.7 ± 4.1	67.1	0.433 ± 0.010	0.492	0.293 ± 0.012	0.311
	3.240	67.2 ± 1.3	67.7	0.503 ± 0.005	0.498	0.337 ± 0.003	0.337
	6.490	65.9 ± 0.7	67.7	0.525 ± 0.007	0.500	0.385 ± 0.004	0.340

Die berechneten Werte schliessen sich bei den Trockensubstanz- sowie bei den Phosphorsäure-Erträgen im allgemeinen recht gut den Beobachtungen an; bei dem prozentischen Gehalt der Ernten an Phosphorsäure zeigen sich mehrfach Unstimmigkeiten, welche vielleicht durch den ausserordentlich geringen Fehler der Beobachtungen sowie durch die Einwirkung der Aussaat und endlich durch eine Art Luxuskonsum bei wasserlöslichen Nährstoffen erklärt werden können. Die Gleichungen, nach denen die obigen Werte berechnet wurden, sind die folgenden:

I. Für die Abhängigkeit der Trockensubstanzerträge von der Phosphorsäuredüngung:

Beim einbasisch phosphorsauren Kalk: $\log (67.7 - y) = 1.7634 - 2.92 \cdot x.$

„ zweibasisch „ „ $\log (67.7 - y) = 1.7634 - 2.25 \cdot x.$

„ dreibasisch „ „ $\log (67.7 - y) = 1.7634 - 1.23 \cdot x.$

II. Für die Abhängigkeit des Prozentgehaltes der Ernte an Phosphorsäure von der Phosphorsäuredüngung:

Beim einbasisch phosphorsauren Kalk: $\log (0.502 - y) = (0.5237-1) - 1.00 \cdot x$.
„ zweibasisch „ „ $\log (0.502 - y) = (0.5237-1) - 2.25 \cdot x$.
„ dreibasisch „ „ $\log (0.502 - y) = (0.5237-1) - 1.00 \cdot x$.

III. Für die Abhängigkeit der Phosphorsäure der Ernteerträge von der Phosphorsäuredüngung:

Beim einbasisch phosphorsauren Kalk: $\log (0.34 - y) = (0.5095-1) - 1.10 \cdot x$.
„ zweibasisch „ „ $\log (0.34 - y) = (0.5095-1) - 1.26 \cdot x$.
„ dreibasisch „ „ $\log (0.34 - y) = (0.5095-1) - 0.64 \cdot x$.

Zwischen diesen Gleichungen bestehen zunächst die Beziehungen:
Trockensubstanzertrag x (Prozentgehalt an Phosphorsäure : 100) = Phosphorsäureertrag.

Diese Gleichung gilt sowohl für die Höchstwerte, denn $67.7 \cdot \frac{0.502}{100} = 0.34$, als auch für jeden einzelnen Wert von y.

Entlogarithmieren wir die Gleichung, so erhalten wir für die Trockensubstanzerträge:

$$y = A\,(1 - e^{-cx}), \tag{1}$$

den Prozentgehalt an P_2O_5:

$$y_1 = A_1\,(1 - e^{-c_1 x}), \tag{2}$$

den Phosphorsäureertrag:

$$y_2 = A_2\,(1 - e^{-c_2 x}); \tag{3}$$

multiplizieren wir die Gleichungen (1) und (2), und dividieren wir beide Seiten durch 100, so folgt:

$$\frac{y \cdot y_1}{100} = \frac{A \cdot A_1}{100}\,(1 - e^{-cx})\,(1 - e^{-c_1 x}).$$

Es ist nun $\frac{y \cdot y_1}{100} : \frac{A \cdot A_1}{100} = y_2 : A_2 = (1 - e^{-c_2 x})$

und dementsprechend

$$(1 - e^{-cx}) \cdot (1 - e^{-c_1 x}) = (1 - e^{-c_2 x})$$

oder

$$1 + e^{-cx} \cdot e^{-c_1 x} - e^{-c_1 x} - e^{-cx} = 1 - e^{-c_2 x}$$

$$e^{-c_1 x} + e^{-cx} - e^{-x\,(c + c_1)} = e^{-c_2 x}$$

$$\frac{x^2 \cdot c \cdot c_1 \cdot (\ln e)^2}{x \cdot (c + c_1) \cdot (\ln e)} = x \cdot c_2 \cdot (\ln e)$$

oder endlich

$$\frac{c \cdot c_1}{c + c_1} = c_2.$$

Diese einfache Beziehung kann nun aber nur statthaben, wenn die Mengen bei $x = 0$ vernachlässigt werden können.

Bei den Trockensubstanzerträgen können wir nun, wenn wir auch die Aussaat in Abzug bringen, auf den Nullpunkt zurückgehen, dies geht aber leider nicht bei dem prozentischen Gehalte an Phosphorsäure; denn hier muss der der Aussaat ein höherer sein, als der irgend eines Ertrages, da Haferkörner einen weit höheren prozentischen Gehalt an Phosphorsäure aufweisen als das Haferstroh und somit auch einen höheren als der irgend einer Pflanze (= Korn + Stroh), die wir mit der Phosphorsäuredüngung erzielen können. Dass aber auch so Beziehungen zwischen den einzelnen Wirkungsfaktoren bestehen, kann nach dem Befunde nicht in Abrede gestellt werden, ihre Ermittelung wird aber rechnerisch kompliziert, ohne dass sie uns wesentlich weiterführt, so dass ich hier auf diese verzichten möchte.

Dass auch zwischen den Erträgen an Trockensubstanz (y) und dem prozentischen Gehalte dieser Trockensubstanz an einzelnen Nährstoffen (x) bestimmte Beziehungen bestehen, ist jedenfalls nicht zu leugnen; andrerseits bin auch ich der gleichen Ansicht, wie TH. PFEIFFER, dass sich diese nicht durch die einfache Gleichung $(a - y) \cdot (x - b) = c$ ausdrücken lassen. Wir haben auch unsere Beobachtungen graphisch in Kurven dargestellt.

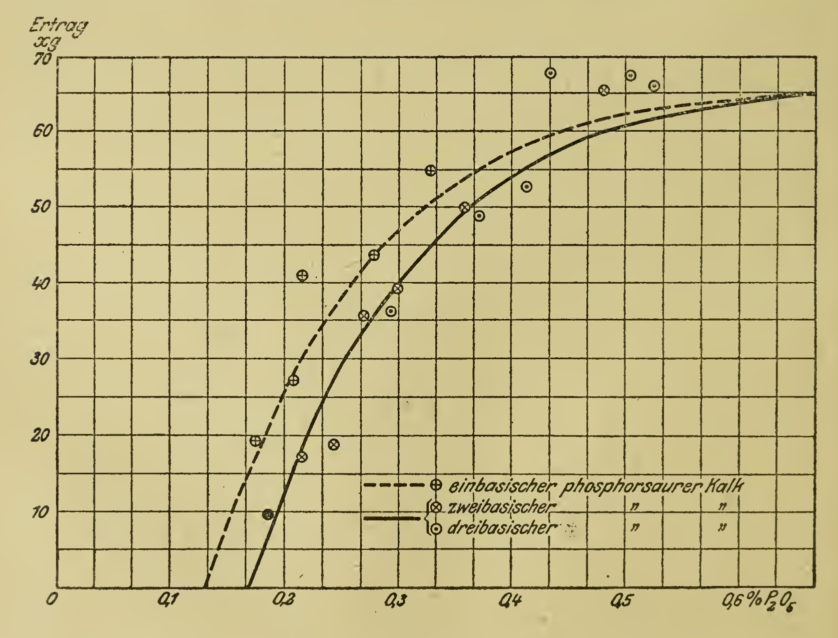


Abb. 8.

Wie wir zuvor sahen, hat auch die Aussaatmenge, d. i. der Ertrag Null, einen Phosphorsäuregehalt; dieser ist natürlich für unsere Berechnungen nicht heranzuziehen, sondern wir werden aus der Kurve selbst einen imaginären Wert hierfür zu ermitteln und in Rechnung zu stellen haben. Damit tritt zu dem prozentischen Phosphorsäuregehalt (x) eine stets gleichbleibende abzuziehende Grösse (p) hinzu. Der Höchstertrag, den die Pflanzen erreichen können, ist in unserem Falle gegeben, A = 67.70 g, dagegen ist der prozentische Gehalt dieser Erträge an Phosphorsäure (y) anscheinend unbegrenzt, da wir nach den Beobachtungen, die wir beim einbasisch phosphorsauren Kalk durchführten, mit einem Luxuskonsum an Phosphorsäure zu rechnen haben, die fürs Erste unbegrenzt zu sein scheint. Diese Erwägung führt mich dazu, auch hier als erste Annäherung wieder die logarithmische Gleichung in Ansatz zu bringen, welche danach hier die folgende Form annehmen muss:

$$\log (A - y) = \log A - c (x - p).$$

Wir wollen im Folgenden zeigen, dass dieser Gleichung unsere Beobachtungen Folge leisten:

Tabelle 2.

Düngemittel	Trockensubstanzertrag y		Prozentischer Phosphorsäuregehalt x	
	gefunden g	berechnet g	gefunden %	berechnet %
I	19.3 ± 0.5	18.1	0.175 ± 0.001	0.175
I	27.2 ± 2.0	27.9	0.207 ± 0.008	0.207
I	41.0 ± 0.9	31.1	0.215 ± 0.001	0.219
I	43.9 ± 1.1	43.3	0.278 ± 0.001	0.278
I	54.9 ± 3.7	51.7	0.329 ± 0.005	0.399
I	61.0 ± 2.2	67.3	0.861 ± 0.034	0.861
—	9.8 ± 0.5	9.8	0.187 ± 0.006	0.193
II	17.3 ± 1.7	17.3	0.215 ± 0.010	0.213
II	18.7 ± 1.6	24.5	0.243 ± 0.002	0.235
II	35.5 ± 2.4	34.2	0.272 ± 0.005	0.272
III	36.4 ± 2.7	36.0	0.278 ± 0 006	0.280
II	39.3 ± 1.3	39.2	0.298 ± 0.005	0.295
II	49.5 ± 1.5	49.5	0.358 ± 0.022	0.360
III	48.7 ± 2.4	49.5	0.370 ± 0.007	0.360
III	52.6 ± 1.4	53.9	0.412 ± 0.008	0.400
II	65.2 ± 2.8	60.8	0.479 ± 0.011	0.500
III	67.7 ± 4.1	57.9	0.433 ± 0.010	0.450
III	67.2 ± 1.3	61.8	0.503 ± 0.005	0.523
III	65.9 ± 0.7	62.8	0.525 ± 0.007	0.550

Die berechneten Werte folgen den nachstehenden Gleichungen:

1. bei den Versuchen mit einbasisch phosphorsaurem Kalk (I):
$$\log (67.7 - y) = 1.8306 - 3 \cdot (x - 0.130);$$
2. beim ungedüngten Versuche (ohne) und bei den Versuchen mit zwei- (II) und mit drei- (III) basisch phosphorsaurem Kalke:
$$\log (67.7 - y) = 1.8306 - 3 \cdot (x - 0.170).$$

Die berechneten Werte schliessen sich den Beobachtungen sehr gut an. Es ist aber nicht möglich, die Ergebnisse der drei verschiedenen phosphorsauren Kalksalze mit derselben Gleichung zum Ausdruck zu bringen. Der Unterschied in den beiden Gleichungen besagt, dass die Erträge, welche mit einbasisch phosphorsaurer Kalkdüngung erzielt werden, zwar in gleicher Weise mit ihrer Steigerung eine Steigerung ihres prozentischen Phosphorsäuregehaltes aufweisen, wie die mit den anderen Salzen erzielten Erträge, dass aber der prozentische Phosphorsäuregehalt derselben stets um 0.040 % niedriger ist als bei jenen.

Diese Erscheinung ist bei den Pfeifferschen Versuchen darum nicht aufgetreten, weil bei diesen stets das gleiche Düngemittel Anwendung fand.

Das Pfeiffersche Gesetz finden wir aber bei unseren Beobachtungen nicht bestätigt; denn es müsste nach Tabelle 1 sein:
$$\frac{2.92 \cdot (67.7 - 43.9)}{43.9} = \frac{2.25 \cdot (67.7 - 35.5)}{35.5} = \frac{1.23 \cdot (67.7 - 36.4)}{36.4}$$
oder:
$$1.58 = 2.04 = 1.06$$

Auf verschiedene Wirkungsfaktoren bedingende Düngemittel hat also das Gesetz keine Anwendung. Es dürfte meines Erachtens nur zu Recht bestehen in den Fällen, in welchen die Wirkungsfaktoren des den betreffenden Nährstoff enthaltenden Düngemittels konstant (oder annähernd konstant) sind. Das ist nach meiner Ansicht, wie ich dies schon verschiedentlich ausführte, stets dann der Fall, wenn keine anderen chemischen Einflüsse auf den betreffenden Nährstoff in Betracht kommen. Es konnte so der Fall sein bei den Pfeifferschen Versuchen, wo bei den die verschiedenen Kurven bedingenden Versuchsreihen weder Boden noch Grunddüngung, sondern lediglich die Wasser- und die Lichtzufuhr anders gestaltet wurde. Nur die Permutitreihe macht hiervon eine Ausnahme und führte daher auch Pfeiffer zu abweichenden Ergebnissen.

Die Koagulation der Tone und die Schutzwirkung der Humussäure.

Von

SVEN ODÉN.

(Mit 6 Textabbildungen.)

1.
Einleitung.

Über die Koagulation der Tonsuspensionen und gröbere Suspensionen überhaupt liegt schon eine recht umfangreiche Literatur vor — bis zum Jahre 1900 in der verdienstvollen Arbeit von W. SPRING[1]) zusammengestellt, später in den Handbüchern der Kolloidchemie sowie den Arbeiten von A. D. HALL und C. G. T. MORISON[2]) und G. WIEGNER[3]) referiert. Die letztere Abhandlung stellt im wesentlichen eine Anpassung der FREUNDLICHschen Adsorptions-Koagulationstheorie an die Tonsuspensionen mit wenigen Zusätzen dar. Wenn ich im folgenden mit den von WIEGNER vertretenen Ansichten nicht ganz einverstanden bin, bezw. die Koagulation nicht so einfach sehe, so liegt dies vor allem darin, dass die FREUNDLICHsche Koagulationshypothese im Anschluss an den irreversiblen Koagulationsverlauf ausgearbeitet ist und ihren grössten Erfolg in der Deutung desselben gehabt hat. Die Koagulation der Tone aber ist, wie schon R. ZSIGMONDY hervorgehoben[4]), in den meisten

---

[1]) W. SPRING, Sur la floculation des milieux troubles. Rec. des trav. chimiques des Pays-Bas 19, S. 204—235 (1900).

[2]) A. D. HALL und C. G. T. MORISON, The Flocculation of turbid Liquids by Salts. Journ. of Agricult. Science 2, S. 244—256 (1907).

[3]) G. WIEGNER, Der Einfluss von Elektrolyten auf die Koagulation von Tonsuspensionen. Landw. Versuchs-Stationen 84, S. 283—299 (1914).

[4]) R. ZSIGMONDY, Kolloidchemie, 1. Auflage (Leipzig 1912), S. 20.

Fällen ein ausgesprochen reversibler Vorgang. Ich bin zwar der Meinung, dass gewisse Vorstellungen dieser Theorie uns die Richtlinien für eine spätere allumfassende Theorie der Koagulation geben, es liegen aber grosse Abweichungen in den Einzelheiten zwischen den beiden Prozessen vor, worauf unten näher eingegangen werden soll.

Wenn hier der Versuch gemacht wird, das Problem der Tonkoagulation von einigen neuen Gesichtspunkten aus zu beleuchten sowie unter Benutzung des von mir mehrere Jahre hindurch gesammelten experimentellen Materials einige neue Züge zum Verständnis des Mechanismus hinzuzufügen, so sei von vornherein bemerkt, dass das Problem noch keineswegs als in seinen Einzelheiten gelöst zu betrachten ist.

Besonders die Ursache des Potentialunterschieds zwischen Tonteilchen und Dispersionsmittel und die Änderung desselben durch Salzzusatz (die „Entladung") sowie das Wesen der Adsorption ist trotz des gewaltigen experimentellen Materiales der Forschung der letzten Jahrzehnte noch sehr rätselhaft, was auch von so hervorragenden Forschern wie R. ZSIGMONDY, H. FREUNDLICH, E. RAMANN u. a. offen eingestanden wird.

Die unten zu besprechenden Arbeiten gehen daher weniger auf die Frage ein, weshalb verschiedene Elektrolyte das Potential zwischen Teilchen und Dispersionsmittel in so verschiedener Weise beeinflussen, als auf die Frage, wie sich mit zunehmendem Elektrolytengehalt die Struktur des dispersen Systems verändert. Einige dabei auftretenden Gesetzmässigkeiten scheinen in der früheren Forschung wenig Beachtung gefunden zu haben.

Im Anschluss an diese Arbeiten über die Koagulation der Tone durch Elektrolyte wurden schliesslich einige Untersuchungen über die für manche agrogeologischen und bodenkundlichen Fragen wichtige Schutzwirkung der Humusstoffe dieser Elektrolytenkoagulation gegenüber ausgeführt. Denn die früheren Arbeiten von A. FICKENDEY[1]) u. a. über diesen Gegenstand schienen mir in mancher Hinsicht allzu knapp gefasst, um diese Frage als erledigt betrachten zu lassen.

Ich möchte nur hinzufügen, dass ich von dem umfangreichen Versuchsmaterial über die Koagulation der Tone hier

---

[1]) FICKENDEY, Journal für Landwirtschaft 54, S. 343—350 (1906).

nur weniges vom Beobachtungsmaterial veröffentliche und mich mit Wiedergabe der wesentlichsten Resultate begnüge.

Die recht umständliche mathematische Behandlung des Zahlenmaterials (Umrechnung der Fallkurven in Verteilungskurven) reserviere ich für eine spätere Abhandlung in irgend einer physikalisch-chemischen Zeitschrift.

2.

Aggregation und Sedimentation.

Es ist wohl das Verdienst W. Springs,[1]) zum ersten Mal klar auseinandergesetzt zu haben, dass bei der Koagulation zwei Prozesse nebeneinander verlaufen, das Zusammentreten der einzelnen Teilchen zu grösseren Aggregaten und die Sedimentation sowohl von Einzelteilchen als der grösseren oder kleineren Aggregate unter „Entmischung“ der vorher scheinbar homogenen Flüssigkeit. Beide Prozesse verlaufen mit für sie charakteristischer Geschwindigkeit.

Ist die Aggregationsgeschwindigkeit = 0, so kann man die Sedimentation für sich studieren. Man hat dabei durch vergleichende Untersuchungen[2]) ziemlich gute Übereinstimmung zwischen der theoretisch nach der Stokesschen Gleichung aus der Fallgeschwindigkeit abgeleiteten Grösse der Teilchen und den mikroskopisch gemessenen Dimensionen gefunden, so dass man umgekehrt aus der Fallgeschwindigkeit die Grösse berechnen kann. Man erhält dann nicht die wirklichen Dimensionen, sondern denkt sich ein sphärisches Teilchen von gleicher Sedimentationsgeschwindigkeit wie das betreffende Teilchen. Für den Radius dieses gedachten Teilchens habe ich den Namen Äquivalentradius des Teilchens vorgeschlagen.[3])

Aus der Sedimentationsgeschwindigkeit eines einzelnen Teilchens kann man daher den Äquivalentradius bestimmen, aus

---

[1]) A. a. O. Ich kann nicht umhin, wörtlich zu zitieren: „On distinguiera donc nettement deux phénomènes successifs et peut-être indépendants l'un de l'autre, celui de la floculation et celui de la sédimentation. Il y a lieu de croire que beaucoup de travaux exécutés en vue de mesurer la rapidité de résolution du trouble n'ont conduit à aucun résultat utilisable parce qu'on a confondu ces deux phénomènes.“

[2]) A. D. Hall, Journ. of Chem. Soc. Trans. 85, S. 959 (1904). — G. Wiegner, Fühlings landw. Zeitung 62, S. 7 (1913). — A. Atterberg, vergl. unten 3).

[3]) Sven Odén, Intern. Mitteil. für Bodenkunde 5, S. 257—312 (1915).

der Geschwindigkeit der Anhäufung einer Menge Teilchen (Akkumulation) auf dem Boden eines Gefässes oder einer hineingehängten Platte und der Veränderlichkeit dieser Akkumulation mit der Zeit kann man, wie ich anderswo gezeigt habe, die Verteilung der verschiedenen Körnergrössen in der Tonsuspension ableiten.[1])

Für Aggregate von mehreren Teilchen kann man selbstverständlich auch einen Äquivalentradius bestimmen, welcher, wenigstens der Grössenordnung nach, den wirklichen Dimensionen des Sekundäraggregates ziemlich nahe kommen dürfte.

Ist die Aggregationsgeschwindigkeit dagegen klein und von annähernd derselben Grössenordnung wie die Sedimentationsgeschwindigkeit der entstehenden Aggregate, so wachsen die Sekundäraggregate während der Sedimentation immerfort. Es ist vorläufig nicht möglich, in diesem Falle aus der Akkumulationskurve die Bildungsgeschwindigkeit und Grösse der Sekundäraggregate zu berechnen.

Bei Suspensionen von hochplastischen, feinkörnigen Tonen, wo m. a. W. die Sedimentationsgeschwindigkeit bei Primärstruktur der Teilchen klein ist, verläuft die Aggregation mit ziemlich grosser Geschwindigkeit und macht bei einer gewissen Grösse der Sekundäraggregate halt. Man kann in diesem Falle ebensogut wie bei Primärstruktur die „Verteilung“ der Sekundäraggregate der Grösse nach aus der Akkumulationskurve messen und hat dann ein Mittel, die Veränderung des Systems durch die aggregierenden Einflüsse zu studieren.

Nach den Arbeiten von H. Freundlich[2]) u. a. scheint es, als ob das charakteristische Merkmal der irreversiblen Koagulation eben darin liege, dass die Aggregation ins Unbegrenzte fortgehen kann und die Teilchen miteinander, sozusagen, verschmelzen, während nach meinen Untersuchungen an kolloidem Schwefel, Tonen und Suspensionen von $BaSO_4$, CaC_2O_4 u. a. eben das Charakteristikum der reversiblen Koagulation ist:

1. dass die Teilchen ihren individuellen Charakter auch im Koagulum beibehalten und nur aneinander haften;

---

[1]) A. a. O., sowie Koll.-Zeitschr. 18, S. 33—48 (1916); Proc. roy. Soc. Edinburgh 36, III, S. 219—236 (1917); Bull. of the Geol. Inst. of Upsala 16, S. 15—64 (1918).

[2]) H. Freundlich, Koll.-Zeitschr. 23, S. 163—174 (1918).

2. dass die Sekundäraggregate nur zu einer ganz bestimmten Grösse anwachsen;
3. dass sowohl Geschwindigkeit der Aggregation als Grösse der Sekundäraggregate vom Dispersitätsgrad und von der Ladung der Teilchen abhängig sind.

Als viertes Charakteristikum kommt für gröbere Suspensionen und gewisse Tone hinzu:

4. dass durch mechanische Kräfte, z. B. einfache Schüttelung, die Sekundäraggregate wieder in Einzelteilchen aufgelöst werden können, ohne dass man den Koagulator entfernt. Sobald die Flüssigkeit wieder zur Ruhe gekommen ist, bilden sich die Sekundäraggregate wieder mit gleicher Geschwindigkeit wie beim ersten Zusatz, so dass man durch Aufschüttelung und Stehenlassen die Desaggregation und Bildung der Sekundäraggregate beliebig oft wiederholen kann.

Da Suspensionen und kolloide Lösungen nur in seltenen Fällen gleichkörnig sind und sowohl Bildungsgeschwindigkeit als Grösse der Sekundäraggregate nicht nur von der Beschaffenheit und dem Gehalt an Kationen und Anionen im Dispersionsmittel, sondern auch von der Grösse der Teilchen (Dispersitätsgrad) abhängig sind und zudem infolge einsetzender Sedimentation die Teilchenkonzentration sich innerhalb des Systems während des Prozesses ändert, wird es verständlich, dass die „Koagulation" ein äusserst komplizierter Prozess ist.

Nur durch „Reinkultur" gewisser Versuchsbedingungen unter Ausschaltung oder Herabsetzen einzelner Faktoren kann man gewisse Hauptzüge erkennen.

Im Folgenden wird der Versuch gemacht, diese Hauptzüge an der Hand noch unveröffentlichten Versuchsmateriales zu skizzieren und mit dem Elektrolytgehalt und dem sogenannten „Schwellenwert" in Zusammenhang zu bringen.

3.

Die Bedingungen der Einzelkornstruktur.[1]

Die Bedingungen der Stabilität einer Suspension fallen offenbar mit den notwendigen und hinreichenden Bedingungen

[1] Vorliegender Abschnitt 3 ist mehr ein Referat in kritischer Beleuchtung als eigene Forschungen.

zusammen, welche erfüllt werden müssen, damit die einzelnen Teilchen ihre individuelle Unabhängkeit voneinander beibehalten. In diesem Falle sedimentieren sie nach der STOKESschen Gleichung so lange, bis sich das bekannte, von PERRIN näher studierte Gleichgewicht zwischen Diffusionsbestreben (resp. osmotischem Druck) und Schwerkraft einstellt.[1]) Die Diffusion ist ja die makroskopische Erscheinungsform für die sog. BROWNsche Bewegung der Teilchen.

Man hat früher auf Grund mikroskopischer Beobachtungen geglaubt, die Stabilität wäre durch die BROWNsche Bewegung bedingt. Dies ist aber nicht richtig, denn auch durch Vereinigung von mehreren Partikeln entstandene Sekundärteilchen weisen die BROWNsche Bewegung auf, nur wird die Amplitude dieser Bewegung mit wachsender Grösse kleiner und somit dem Beobachter weniger auffallend, ebenso wie ein kleines Tonteilchen eine viel lebhaftere Bewegung aufweist als ein grosses.

Auch THE SVEDBERG[2]) hat gezeigt, dass solche Elektrolytzusätze, wodurch ein Sol besonders instabil wird, die BROWNsche Bewegung keineswegs beeinträchtigen.

Durch die theoretischen Arbeiten von EINSTEIN und von SMOLUCHOWSKI, sowie die Experimentalarbeiten von THE SVEDBERG, J. PERRIN, R. LORENZ u. a.[3]) sind wir jetzt über die Ursache und die Gesetze der BROWNschen Bewegung sehr gut unterrichtet, so dass dieses Kapitel der Kolloidchemie zu den abgeklärtesten und sowohl begrifflich als experimentell best durchgearbeiteten gehört.

Die BROWNsche Bewegung wird durch die innere Wärmebewegung der Flüssigkeitsmoleküle verursacht, wodurch die grösseren suspendierten Teilchen unregelmässige Stösse erhalten und dadurch in eine hüpfende, scheinbar unregelmässige Bewegung geraten. Bekannt ist das PERRINsche Gleichnis mit den Wellenbewegungen eines Meeres, auf dem ein kleiner Kork lebhaft umhergeschleudert, ein Baumstamm nur wenig bewegt wird.

---

[1]) J. PERRIN, Die BROWNsche Bewegung und die wahre Existenz der Moleküle. Koll. Beih. 1, S. 223 (1910).

[2]) THE SVEDBERG, Die Existenz der Moleküle. Leipzig 1912, S. 105.

[3]) Vergl. die Lehrbücher der Kolloidchemie von THE SVEDBERG, a. a. O., J. PERRIN, a. a. O., sowie W. MECKLENBURG, Die experimentelle Grundlegung der Atomistik, Jena 1910.

Die Stabilität hat somit ihre Ursache nicht in der Brownschen Bewegung der Teilchen, es wäre vielmehr, wenn keine solche Bewegung stattfände, die Gelegenheit für die Teilchen, in die gegenseitige molekulare Anziehungssphäre zu geraten, sehr gering und die Einzelteilchenstruktur begünstigt. Über die Natur dieser Kapillarkräfte, welche, sobald die Teilchen infolge der Brownschen Bewegung einander genügend nahe kommen, genügende Anziehung ausüben, um die Teilchen aneinanderzuziehen und zu vereinigen, wissen wir zur Zeit herzlich wenig.[1]) Sie sind wohl der allgemeinen Molekularattraktion, wie sie z. B. sich in der Adhäsion kundgibt, sehr verwandt, aber damit ist wenig gesagt, da wir die Gesetze dieser Attraktion nicht kennen.

Die Attraktion besteht aber unzweifelhaft und würde stets dieses Aneinanderlagern und die Aggregation der Teilchen bewirken, sofern nicht andere Kräfte tätig wären, welche verhindern, dass die Teilchen in die gegenseitige Anziehungssphäre gelangen. Diese Kräfte sind elektrischer Natur und wahrscheinlich stets mit der Aufnahme bestimmter Ionengattungen aus dem Dispersionsmittel seitens der Teilchen verbunden.

Ehe auf diese Aufnahme von Ionen eingegangen wird, sei nur noch hinzugefügt, dass die Teilchen von einer wahrscheinlich recht bedeutenden und mit dem Material der dispersen Phase sehr wechselnden Hülle von Wassermolekülen umgeben sind. Ist diese sog. Hydratation gross, wie fast immer bei Tonteilchen, so bleiben die Teilchen bei der Aggregation vermittelst dieser Wasserhüllen aneinander haften, und das ganze Phänomen ist reversibel, indem die Teilchen z. B. durch kräftiges Schütteln wieder losgelöst werden können. Sind aber die Wasserhüllen dünn, so werden dieselben durch den Stoss beim Anprallen durchbrochen, die wirklichen Oberflächen der Teilchen bleiben aneinander haften, und der Vorgang ist in jeder Hinsicht irreversibel.

Wie kommen nun diese elektrischen Abstossungskräfte zwischen den Teilchen zustande, welche der Molekularattraktion entgegenwirken, und wodurch die Einzelkornstruktur aufrechterhalten wird?

---

[1]) Vergl. M. V. Smoluchowski, Versuch einer mathematischen Theorie der Koagulationskinetik. Zeitschr. für physik. Chem. 92, S. 129—168 (1917). — R. Zsigmondy, Über Koagulation und Teilchenattraktion. Ebenda, S. 600 bis 640 (1918).

Eine befriedigende Beantwortung dieser schwierigen Frage ist zwar für die Kolloidforschung von allergrösster Bedeutung, zur Zeit aber nicht in exakter Weise möglich, weshalb man sich teils mit experimentell festgestellten Tatsachen, teils mit allgemeinen hypothetischen Vorstellungen begnügen muss. Es sei da zuerst daran erinnert, dass, wenn man in irgendeiner Weise disperse Teilchen in einer Flüssigkeit entstehen lässt, z. B. Quecksilbertropfen im Wasser durch elektrische Zerstäubung, die Teilchen der Flüssigkeit gegenüber ein bestimmtes Potential (in diesem Falle positiv) annehmen.

Dieser Potentialunterschied oder die „Ladung“ des Teilchens ist wahrscheinlich mit einer Aufnahme bestimmter Ionenmengen verbunden. Wenigstens vermindert sich, wie I. Nordlund[1]) gezeigt hat, stets die Leitfähigkeit des noch so gereinigten Wassers ein wenig (z. B. von $0.86 \cdot 10^{-6}$ auf $0.76 \cdot 10^{-6}$), wenn die Hg-Tröpfchen hineingeschleudert werden, oder vielleicht richtiger der Hg-Dampf zur Kondensation gebracht wird.

Wenn man bedenkt, dass auch im reinen Wasser etwa $6.2 \cdot 10^{9}$ $H^{\cdot}$-Ionen pro Liter und gleichviel OH'-Ionen vorhanden sind, was eine im Vergleich mit der Anzahl kolloider Teilchen recht grosse Menge ist, und dass zudem im Ionengleichgewicht des Wassers die infolge Bindung der einen Ionengattung seitens der Teilchen verschwindenden Ionen, durch erneute Spaltung der neutralen Wassermoleküle, ersetzt werden, so scheint es, als ob in gewissen Fällen keine Zufuhr von „Stabilisatoren“ erforderlich sei, um die Teilchen zu laden.

Da reines Wasser praktisch genommen nie vorkommt, sondern verschiedene Verunreinigungen in Ionform, z. B. $NH_4^{\cdot}$, HCO_3', CO_3'' usw., immer zusammen mit den Ionen $H^{\cdot}$ und OH' vorkommen, so ist ja den Teilchen reichlich Gelegenheit gegeben, sich mit Ionen zu vereinigen und dadurch eine gewisse Ladung zu erhalten.

Da die gesamte Teilchenmenge aber nach aussen immer neutral ist und z. B., wie schon W. Spring[2]) gezeigt hat, auch von noch so grossen elektrostatischen Ladungen unbeeinflusst bleibt, so bedeutet dies, dass in einem gewissen Abstand jedes Teilchen neutral wirkt, und dass nur in nächster Nähe der Teilchenoberfläche der Potentialunterschied besteht.

---

[1]) I. Nordlund, Dissertation, Uppsala 1918.

[2]) A. a. O.

Man ist somit zu der Auffassung gelangt, dass das Teilchen zwar durch Aufnahme gewisser Ionenmengen an der Oberfläche oder in der Wasserhülle eine gewisse Ladung erhält, diese innere Ladung wird aber durch eine gleichgrosse, äussere Ladung in einem gewissen Abstand kompensiert. Dies ist in aller Kürze die Theorie der elektrischen Doppelschicht der Kolloidteilchen.

Wir haben uns die Ionen der inneren Schicht irgendwie am Teilchen fixiert und mit diesem beweglich, die äusseren dagegen, wie unten näher dargelegt werden wird, beweglich und das Teilchen als ein Schwarm umgebend zu denken.

Beiderlei Ionen stellen aber kein statisches, sondern ein dynamisches Gleichgewicht dar und können unbehindert gegen andere Ionen im Dispersionsmittel ausgetauscht werden.

Man darf sich jedoch nicht die innere Doppelschicht als z. B. nur von Anionen und die äussere nur von Kationen herrührend vorstellen.

Es werden nämlich wahrscheinlich sowohl Anionen als Kationen vom Teilchen gebunden, wobei jedoch ein Überschuss der einen Ionengattung besteht, und eben durch diese innere Ladung wird der äussere „Schwarm" in der Nähe des Teilchens erzeugt.

Diese Bindung der Ionen seitens der dispersen Teilchen wird gewöhnlich als Adsorption bezeichnet, wobei man den Unterschied gegenüber einer nach den stöchiometrischen Gesetzen der Chemie erfolgenden Bindung hat hervorheben wollen. Annähernd gilt hier die Freundlichsche Adsorptionsgleichung

$\frac{x}{m} = \alpha c^{\beta}$, wo $\frac{x}{m}$ die pro Gewichtseinheit Adsorbens aufgenommene Substanzmenge, c die Gleichgewichtskonzentration der Lösung und α und β zwei empirische, von Fall zu Fall wechselnde Konstanten sind.

Weshalb die Ionen von den Teilchen gebunden oder adsorbiert werden, sagen uns ja obige empirische Gleichung oder die recht unklaren Vorstellungen über die elektrische Doppelschicht nicht.

In einer geistreichen Arbeit von S. Arrhenius[1]) wird die Gasadsorption als mit der allgemeinen Molekularattraktion, wie

---

[1]) Arrhenius, Das Hauptgesetz der Adsorptionserscheinungen. Medd. fr. K. Vet. Akad. Nobelinstitut 2, Nr. 7 (1911).

sie z. B. bei der Kondensation des Dampfes auftritt, zusammenhängend angesehen. Ähnliche Vorstellungen für die Adsorption aus Flüssigkeiten hat E. RAMANN[1]) entwickelt.

Es dürfte dem jetzigen Standpunkt der Forschung über diese schwierige Frage entsprechen, sowie dem Zweck vorliegender Arbeit genügen, diese Aufnahme von Ionen aus dem Dispersionsmittel seitens der Teilchen unter Ladung desselben als eine experimentell sichergestellte Tatsache hinzunehmen.

Für Quecksilber in Leitfähigkeitswasser ist dies von I. NORDLUND mit grosser Genauigkeit festgestellt worden, für kolloide Schwefelteilchen in verdünnten Elektrolytlösungen von RAFFO und ROSSI[2]) sowie von mir[3]), für Eiweissstoffe von WO. PAULI und Schüler[4]), für Eisenoxydteilchen von A. LOTTERMOSER und MAFFIA[5]) usw.

Die Experimente von A. D. HALL und C. G. T. MORISON, welche für Tonteilchen das Gegenteil beweisen sollten, ergeben aber tatsächlich stets eine, wenngleich geringe, Abnahme der Leitfähigkeit. Grosse Adsorption ist hier nicht zu erwarten, da es sich hier um relativ grobe, sehr verdünnte Suspensionen mit sehr kleiner Kaolin-Oberfläche handelt.

Auch darf bei solchen Messungen die Leitfähigkeit seitens der Teilchen + aufgenommener Ionen mit umgebendem beweglichen Ionenschwarm, wie unten näher dargelegt werden soll, nicht ausser Acht gelassen werden, so dass die angeführten Experimente nichts gegen eine geringe Aufnahme von Elektrolytionen seitens der Tonteilchen beweisen.

In bezug auf die Menge von Ionen, welche dem Dispersionsmittel hinzugefügt werden müssen, um den dispergierten Teilchen eine genügend grosse Ladung zu erteilen, damit die elektrischen Repulsionskräfte infolge der Gleichladung genügend gross werden, herrschen zwischen verschiedenem chemischen Material grosse Verschiedenheiten.

---

[1]) Nach mir gütigst brieflich mitgeteilten, noch unveröffentlichten Arbeiten.

[2]) M. RAFFO und G. ROSSI, Koll.-Zeitschr. **11**, S. 121—124 (1912); **13**, S. 289 (1913).

[3]) Unveröffentlichte Versuche.

[4]) Mehrere [illegible] der Zeitschr. f. Biochemie 1912—1918. Eine Monographie hierüber [illegible] Th. Steinkopff, Dresden) ist angekündigt.

[5]) A. LOTTERMOSER und P. MAFFIA, Ber. d. deutsch. chem. Ges. **43**, S. 3613—3618 (1910).

Während z. B. Silber, Quecksilber und Platin im reinsten Leitfähigkeitswasser durch elektrische Zerstäubung dispergiert werden können, gelingt es reinstem Bariumsulfat nur durch Zusatz von Spuren von Elektrolyten, z. B. 0.002 % Zitronensäure, Einzelkornstruktur zu verleihen, während Globulin und einige andere Eiweissstoffe nur in recht konzentrierten Salzlösungen „löslich" sind.

Für Tone genügt im allgemeinen Aufschüttelung in reinem Wasser, es sind aber auch hier grosse Verschiedenheiten vorhanden. Wie Hall und Morison experimentell feststellen konnten, gelingt es leicht, Kaolin (etwas alkalihaltiges Al_2O_3, $2\,SiO_2 . 2\,H_2O$)[1] und Natrolithe ($Na_2Al_2O_{10} . 2\,H_2O$) von genügender Feinheit in Wasser in stabile Suspensionen zu verteilen, während die Versuche mit Al_2O_3, Quarz und Allophan ($Al_2SiO_5 . 5\,H_2O$) erfolglos blieben.

Die Suspensionen der letzteren Körper konnten aber durch Zusatz geringer Alkalimengen stabil werden, und die Autoren vermuten daher mit gutem Recht, dass es Spuren von infolge Hydrolyse abgespaltenem Alkali sind, welche bei dem immer etwas alkalihaltigen Kaolin und Natrolith die Stabilität bedingen.

Allbekannt ist auch die Schlösingsche Methode, durch Zusatz von geringen Mengen Ammoniak bei der mechanischen Schlämmanalyse den „Ton" in suspendiertem Zustand zu erhalten und zu isolieren. Auf diese Wirkung der Hydroxyl-Ionen soll weiter unten näher eingegangen werden.

4.

Entladung und Aggregation.

Wir haben uns somit die Teilchen in einer stabilen Tonsuspension als mit einer gewissen Ladung infolge Adsorption von Ionen verbunden vorzustellen, während die kompensierende Elektrizitätsmenge die Teilchen als ein beweglicher Schwarm Ionen entgegengesetzter Ladung umgibt.

Da von vornherein ja im Dispersionsmittel gleichviel Kationen und Anionen vorhanden sind, muss die innere Teilchenladung dadurch zustande kommen, dass die Adsorption für beide Ionen verschieden ist. Diese theoretische Annahme Freundlichs[2])

---

[1]) $Al_2Si_2O_7 . 2\,H_2O$.

[2]) Kapillarchemie. Leipzig 1909, S. 350 ff.

ist auch durch die Arbeiten von Wo. Pauli[1]) und Schülern an Eiweiss experimentell bewiesen worden.

Die verschiedene Adsorption der Ionen ändert sich aber mit der Konzentration der Ionen, so dass gewöhnlich bei kleinen Konzentrationen überwiegend das eine Ion, bei grösseren Konzentrationen immer mehr vom anderen adsorbiert wird. So werden vom Serumalbumin gegenüber HCl sowohl H·- als Cl′-Ionen gebunden, anfangs aber mehr H·- als Cl′-Ionen, so dass das Eiweiss positive Ladung annimmt.

Von Bariumsulfat mit Zitronensäure im Dispersionsmittel werden sowohl H·- als Zitrat-Ionen, in kleinen Konzentrationen aber stets mehr Zitrat- als H·-Ionen gebunden, so dass die $BaSO_4$-Kristalle negative Ladung besitzen; bei zunehmender Konzentration wird aber immer relativ mehr vom Kation adsorbiert, so dass die Ladung abnimmt.

Rein formell kann man dies dadurch zu erklären versuchen,[2]) dass die beiden Konstanten der Adsorptionsgleichung α und β für Anion und Kation verschieden sind, also im gegebenen Falle

$$\alpha_{\text{Anion}} > \alpha_{\text{Kation}}, \text{ aber } \beta_{\text{Anion}} < \beta_{\text{Kation}}.$$

Wendet man diese Betrachtungsweise z. B. auf den von mir schon früher studierten Fall beim kolloiden Schwefel an, so ergibt sich folgendes:

Wenn wir, wie dies in Abb. 9 ausgeführt worden ist, die Adsorptionsisothermen für die beiden Ionen schematisch aufzeichnen, so finden wir, dass für schwächere Salzkonzentrationen die Anionen stärker als die Kationen adsorbiert werden, um bei stärkerer Konzentration stets vom Kation übertroffen zu werden.

Denken wir uns nun ein Salz zum Sol gesetzt und die Konzentration des Salzes, z. B. Chlornatrium, so weit gesteigert, dass durch das Überwiegen der Kationenadsorption eben die Teilchen bis zum kritischen Potential entladen werden und zu aggregieren beginnen. Nehmen wir ferner an, dass wir in diesem Moment von einem anderen Elektrolyt zusetzen, z. B. Chlorwasserstoffsäure, deren Adsorptionskonstanten $\alpha^1{}_K$ und $\beta^1{}_K$

---

[1]) S. Fussnote 4 auf S. 186, insbesondere Biochem. Zeitschrift 52, S. 369 (1913).

[2]) Vergl. Sven Odén, Der kolloide Schwefel. Nova Acta Reg. Soc. Scient. Ups., Ser. IV, Vol. 3, Nr. 4, S. 190 (1913).

für das Kation viel geringer sind als die entsprechenden Konstanten des Chlornatriums α_K und β_K, deren Adsorptionskonstanten α_A und β_A aber für das Anion dieselben sind, da ja das Anion dasselbe wie das des Chlornatriums ist, so kann jetzt die Anionenwirkung in einem gewissen Konzentrationsgebiet überwiegen und die Teilchen wieder laden, d. h. die Aggregation beseitigen, wie tatsächlich bei kolloidem Schwefel beobachtet, und es ist, um wieder Aggregation zustande zu bringen, ein erneuter Zusatz von Chlornatrium nötig. Wenn wir bei allen Elektrolyten β_K den dispersen Teilchen gegenüber für grösser als β_A ansehen, muss aber schliesslich die Adsorption der Kationen überwiegen und auch HCl schliesslich in grosser Konzentration koagulierend wirken, was tatsächlich bei etwa 3-molarer Konzentration stattfindet.

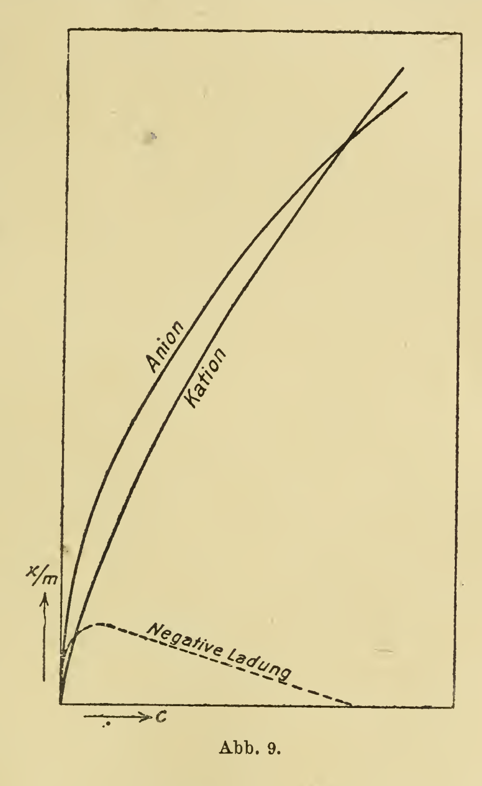


Abb. 9.

Es sind ja diese Annahmen infolge Mangels an Methoden, die Adsorption einzelner Ionengattungen zu bestimmen, rein hypothetischer Natur; sie leisten aber zur Erklärung der Beobachtungen recht gute Dienste. Der Verlauf ist ja oben stark schematisiert und vereinfacht. In Wirklichkeit dürften die verschiedenen Ionen ihre Adsorption gegenseitig beeinflussen, vielleicht auch verdrängend aufeinander wirken, wodurch die Verhältnisse sich komplizieren.[1])

---

[1]) Vergl. G. C. Schmidt, Über Adsorption von Lösungen. Zeitschr. f. physik. Chem. 74, S. 689—737 (1910).

Es sei noch hinzugefügt, dass für die Tonmaterie α_{OH} anscheinend immer sehr gross ist, wodurch die besonders stabilisierenden Wirkungen von Ammoniak und Alkali erklärlich sind (vergl. G. WIEGNER, a. a. O.).[1])

Wird das Teilchen auf mechanischem Wege, z. B. durch Zentrifugierung bewegt, so folgt nicht nur die innere „Teilchenladung“, sondern auch dieser Ionenschwarm mit, was daraus hervorgeht, dass die im unteren Teile eines Zentrifugenrohrs gemessene Leitfähigkeit grösser ist als im oberen. Ebenso ergeben die Untersuchungen J. DUCLAUXS,[2]) dass z. B. bei Ultrafiltration eines Eisenoxydsols auch nach noch so langer Dialyse das Filtrat stets eine bedeutend kleinere Leitfähigkeit als die Innenflüssigkeit besitzt.

Unter dem Einfluss des elektrischen Stroms wandern die Teilchen je nach Ladung nach Kathode oder Anode; wie sich der umgebende Schwarm dabei verhält, ist nicht ganz klar. Wahrscheinlich findet ein immerwährender Austausch mit neuen Ionen aus dem Dispersionsmittel statt, so dass die in einem gegebenen Zeitmoment vorhandenen Ionen in entgegengesetzter Richtung wie das Teilchen wandern, aber immerfort durch andere ersetzt werden.

Werden die gröberen Kolloidpartikeln dabei in ihrer Wanderung behindert, z. B. durch Einsetzen eines Diaphragmas, so wächst der elektrische Widerstand zum Zeichen dafür, dass die Elektrizitätsleitung vermindert worden ist.[3])

Die Leitfähigkeit einer kolloiden Lösung setzt sich somit teils aus der Leitfähigkeit des Dispersionsmittels, teils aus der von Kolloidteilchen + Ionenschwarm (oder innerer und äusserer Belegung der Doppelschicht) herrührenden Leitfähigkeit zusammen.

Es gelingt aber nicht, durch Messungen der Wanderungsgeschwindigkeit der Teilchen sichere Schlüsse betreffs der Grösse der Innenladung zu ziehen, weil — wie besonders v. SMOLU-

---

[1]) Die sehr anschaulichen Abbildungen WIEGNERS sind eigentlich nur Varianten der Abb. 22 meiner oben erwähnten Arbeit. Hervorzuheben wäre nur, dass eine Umladung der Tonteilchen, soweit mir bekannt, niemals beobachtet wurde. Die Kurven sollten daher über den Schnittpunkt hinaus nicht fortgesetzt werden.

[2]) J. DUCLAUX, Compt. rend. **140**, S. 1468—1470, 1544—1547 (1905). Koll.-Zeitschr. **3**, S. 126—134 (1908).

[3]) Eigene unveröffentlichte Versuche.

chowski hervorgehoben hat — man sich die Teilchenladung nicht als isolierte, elektrostatische Ladung (etwa nach Art der Ladung von Nebeltröpfchen in der Luft) vorstellen darf, und elektrische Bewegungsvorgänge nur unter gleichzeitiger Verschiebung der beiden Komponenten: Teilchen + Ionenschwarm (= den beiden Doppelschicht-Belegungen) zustande kommen, wobei der Widerstand gegen die Bewegung ganz anders ausfällt, als dies aus dem hydrodynamischen Widerstand gemäss der Stokes'schen Gleichung folgen würde.

Sind aber die Teilchen bei den Elektroden angelangt, so findet Entladung unter Aufhebung der Doppelschicht statt. Dabei tritt stets Aggregation zu grösseren Flocken auf. Es ist aber bei reversiblen dispersen Systemen, wie Tonen, gar nicht notwendig, dass die Entladung vollständig gewesen ist, um Aggregation hervorzurufen, sondern es genügt, die Potentialdifferenz zwischen Teilchen und Flüssigkeit unter einen gewissen kritischen Wert herunterzubringen. Je kleiner die Restladung am Teilchen wird, um so mehr Einzelteilchen vereinigen sich als Sekundäraggregate, und um so schneller verläuft diese Aggregation. Wie gross dieser kritische Mineralwert der Potentialdifferenz ist, lässt sich zur Zeit nicht sagen. Den Messungen von F. Powis[1]) an Ölemulsionen nach zu schliessen, dürfte derselbe in der Nähe von 0.03 Volt liegen.

Sind wir nun wenig unter den kritischen Wert hinabgelangt, so sind die Aggregate nur aus einigen Primärteilchen gebildet, und man merkt äusserlich keinerlei Anzeichen einer Koagulation; je kleiner die Ladung wird, um so schneller wachsen dieselben, und Hunderte bis Hunderttausende von Primärteilchen bilden grosse Sekundäraggregate, welche infolge der Schwerkraft schnell sedimentieren: es tritt Koagulation ein.

Dass es sich bei einer bestimmten Entladung der Primärteilchen und der Bildung des Sekundäraggregats um ein wirkliches Gleichgewicht handelt und die Aggregate nicht ins Unbegrenzte wachsen, geht daraus hervor, dass, wenn man dieselben durch eine Flüssigkeit vom selben Elektrolytengehalt, welche noch durch Schüttelung freie Primärteilchen enthält, relativ langsam sinken lässt (bezw. Aggregate von solcher Grösse entstehen lässt, dass sie nur relativ langsam sedimentieren), die Aggregate ihre ursprüngliche Grösse beibehalten.

---

[1]) F. Powis, Zeitschr. f. physik. Chem. 89, S. 186 (1914).

Man gewinnt durchaus den Eindruck, als ob die im Sekundäraggregat vereinigten Teilchen + Restladungen nur bis zu einem gewissen Grade neue Teilchen aufnehmen könnten; hat die innere Ladung des Sekundäraggregats eine gewisse Grösse erreicht, so übt sie ihrerseits Repulsionswirkungen auf andere Teilchen aus: die Aggregation macht bei einem gewissen Stadium halt, und es herrscht Gleichgewicht.

Oder anders ausgedrückt: auf je kleinere Ladung die Primärteilchen gebracht werden, desto grösser ist die Zahl der sich zu Sekundäraggregaten vereinigenden Teilchen.

Sind die Teilchen von Anfang an sehr klein, so werden bei gleicher „Entladung" die entstehenden Sekundäraggregate kleiner als für grobkörnigere Sole. Stellt man die Forderung auf, dass die Sekundäraggregate, damit eine „Koagulation" stattfindet, eine solche Grösse erreichen müssen, dass sie genügend schnell sedimentieren, so erfordert dies im ersten Fall somit eine weit grössere Entladung als im zweiten.

Dadurch werden die verschiedenen Schwellenwerte je nach dem Dispersitätsgrad und der fraktionierten Koagulation verständlich.

Es ist auch darauf zu achten, dass, weil eine Restladung noch im Sekundäraggregat besteht, dieselbe von einem der Innenladung entsprechenden Ionenschwarm entgegengesetzter Ladung umgeben ist, welcher bei Sedimentation mitfolgt und vom „Koagulat" mitgerissen wird.

Bei der reversiblen Koagulation beobachtet man daher niemals jene Spaltung des Neutralsalzes, welche bei der irreversiblen Koagulation so häufig vorkommt.[1])

* * *

[1]) Scheinbar kann eine solche dadurch vorgetäuscht werden, dass die Teilchen bei der Bildung oder im Laufe ihrer „Vorgeschichte" Gelegenheit gehabt haben, $H^{\cdot}$- oder OH'-Ionen in grösserer Menge zu adsorbieren. Wird die Koagulation dann durch ein Neutralsalz bewirkt, so kommt eventuell eine Adsorptionsverdrängung zustande, und die Flüssigkeit kann über dem Koagulat sauer oder alkalisch reagieren. Vergl. Odén, Intern. Mitteil. f. Bodenkunde **6**, S. 81—109 (1916), sowie Koll. Beihefte **11**, S. 141 (1919). — Sind reversibel koagulierende Sole aber von vornherein sorgfältig gereinigt, so wird dies niemals beobachtet.

Die Entladung der Teilchen kann auf dreierlei Weise zustande kommen:[1])

1. Durch Abgabe der Ionenladung infolge Entladung der Ionen an den Elektroden.

2. Durch Verminderung der Elektrolytenkonzentration und Entfernung der Ionen durch andauernde Auswaschung, oft mit Zentrifugierung, Dialyse und elektrischer Entfernung der Ionen im umgebenden Dispersionsmittel verbunden. Auf diese Weise eine Entladung und Aggregation hervorzurufen, lässt sich nur in wenigen Fällen experimentell durchführen, weil oft nur ganz geringe Elektrolytenmengen nötig sind, um die Ladung zu bewirken, ja oft die H·- und OH′-Ionen des Wassers dazu genügen (vergl. S. 184). Es ist aber unter besonderen Versuchsbedingungen möglich gewesen, bei $BaSO_4$-Kristallen und kolloidem Schwefel sowie bei Dialyse der Globulin-NaCl-Lösung eine solche Aggregation infolge Ionenentnahme nachzuweisen, worauf aber hier nicht näher eingegangen werden soll.

Bei Tonen und überhaupt solchen Stoffen, welche, wenn auch in geringem Umfange, mit Wasser unter Hydrolyse reagieren und Ionen erzeugen, ist aber eine Entladung auf diese Weise unmöglich.

3. Durch Erhöhung der Elektrolytenkonzentration, wobei schliesslich so viel Ionen von entgegengesetzter Ladung aufgenommen werden, dass die vorhandene Ladung vermindert und das Potential auf den kritischen Wert gesunken ist, bei dem eine Aggregation beginnt. Dies ist die gewöhnliche Elektrolytkoagulation durch Salzzusatz.

Hier haben verschiedene Salze ein recht wechselndes Fällungsvermögen, wovon uns die Wiegnersche Arbeit an der Hand der Freundlichschen Hypothese eine recht gute Anschauung gibt.

Nur sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Aggregation noch viel früher als bei Schnittpunkten der Kurvenäste und der „völligen Entladung“ stattfindet.

Darin bin ich aber ganz mit Wiegner einverstanden, dass wir in bezug auf die Elektrolytenwirkung erst ein enges Gebiet haben,[2]) wo Ladung der Teilchen stattfindet. Dieses Gebiet

---

[1]) Auf die Entladung durch Bestrahlung mit β-Strahlen usw. wird hier nicht eingegangen.

[2]) Vergl. oben S. 188, sowie Abb. 9.

liegt aber oft bei solcher Verdünnung, dass es sich überhaupt nicht bestimmen lässt, und nur, wenn das Kation sehr wenig adsorbiert, z. B. bei NaOH, kann es bis etwa $n \cdot 10^{-2}$ reichen.

Bei steigender Konzentration wird aber der Schwellenwert erreicht, wo die Entladung schon so gross gewesen ist, dass die Aggregation sichtbar wird.

Wie es sich bei genauen Untersuchungen mit diesem Schwellenwert verhält, wird im nächsten Abschnitt näher besprochen.

Hier soll vorerst mit einigen Worten auf die Geschwindigkeit der Aggregation eingegangen werden.

Wie schon erwähnt, wächst diese schnell mit zunehmender Entladung und Elektrolytenzusatz, was aus den in Abb. 10 wiedergegebenen Versuchsresultaten ersichtlich wird. Als Abszisse ist hier die Konzentration des Koagulators (im vorliegenden Falle K_2SO_4), als Ordinate die Zeit in Minuten, welche zur Bildung der maximalen Aggregate in einer Kaolinsuspension erforderlich ist,[1]) abgetragen.

Um vergleichbare Werte zu erhalten, ist es notwendig, dass die Teilchenkonzentration (d. h. Zahl der Teilchen in der Volumeneinheit) dieselbe gewesen ist, denn die Aggregationszeit nimmt mit wachsender Verdünnung zu und zwar, wie aus der Abb. 11 (S. 196) hervorgeht, nahezu proportional der Verdünnung.

Die Elektrolytenkonzentration war hier konstant (= 0.1-n. Na_2SO_4), als Abszisse ist die Teilchenzahl pro Kubikzentimeter, als Ordinate die Aggregationszeit abgetragen.

Eine ähnliche Zunahme der Koagulationszeit mit der Verdünnung hat schon R. Zsigmondy bei der irreversiblen Koagulation des kolloiden Goldes gefunden.[2])

5.
Die Schwellenwerte.

Wie verhält es sich nun angesichts der eben entwickelten Tatsachen mit den sog. Schwellenwerten?

Bei der Beantwortung dieser Frage muss man sich vergegenwärtigen, dass in einer Tonsuspension immer eine

---

[1]) Auf die Bestimmungsmethode kann in vorliegender orientierender Übersicht nicht eingegangen werden. Ich verweise auf eine ebenfalls vorläufige Publikation in der Koll.-Zeitschr. Bd. 25.

[2]) R. Zsigmondy, a. a. O. (1917), S. 614.

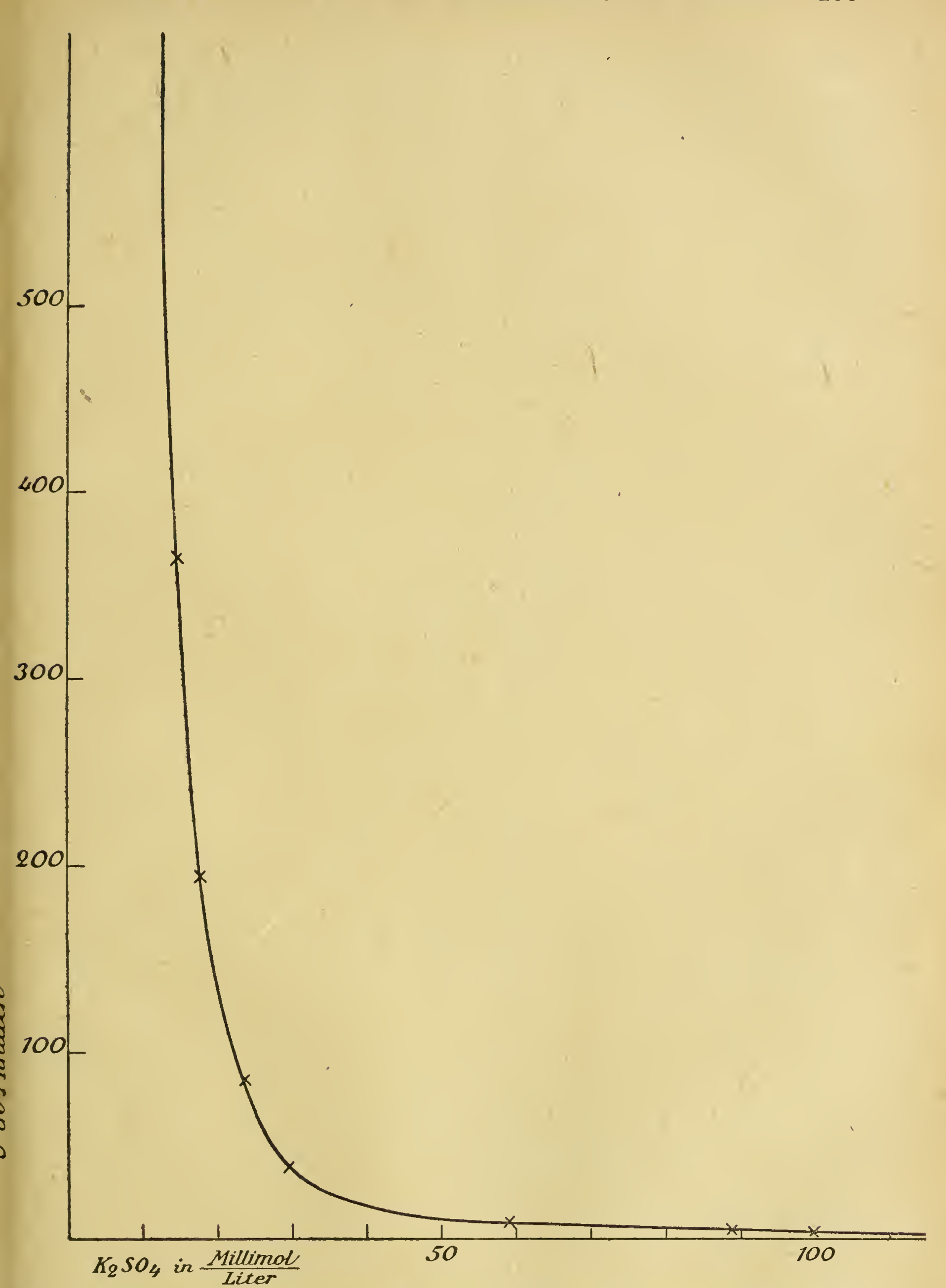


Abb. 10. Einfluss der Elektrolytenkonzentration auf die Aggregationszeit einer Kaolinsuspension.

Menge Teilchen sehr verschiedener Grösse vorliegen, über deren „Verteilung“ innerhalb der verschiedenen Grössengebiete uns die von mir angegebene Methode der mechanischen Bodenanalyse Aufschluss gibt.[1])

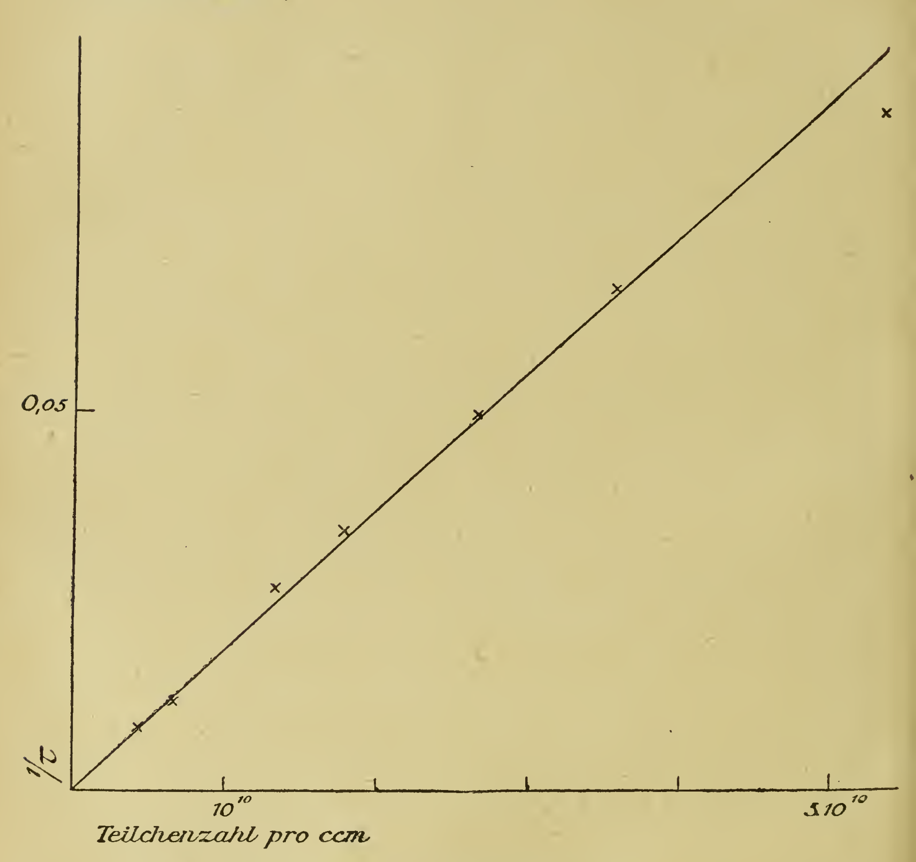


Abb. 11. Einfluss der Teilchenzahl auf die Aggregationsgeschwindigkeit.

Die durch den Elektrolytenzusatz bewirkte Aggregation hat nur eine Änderung dieser Verteilung, sozusagen eine Verschiebung der ganzen Verteilungskurve gegen grössere Äquivalentradien hin zur Folge, oft unter Ausbildung eines bestimmten Maximums, wie dies durch die etwas schematisierte Abb. 12

[1]) Siehe Anmerkung 1 auf S. 180.

veranschaulicht wird. Ist dies Maximum zwischen engen Grenzen scharf ausgeprägt und umfasst dasselbe sämtliche früheren Primär-

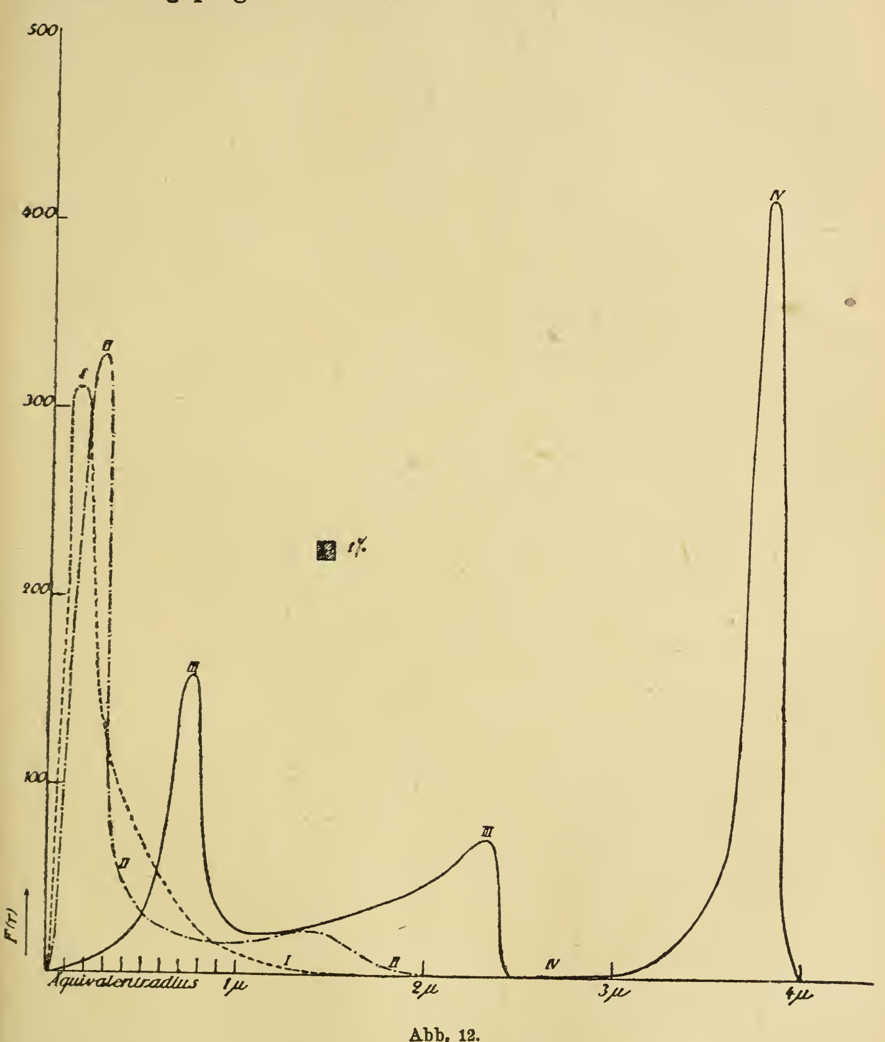


Abb. 12.

teilchen, so hat man eine vollständige Koagulation, m. a. W. sämtliche Teilchen sind so weit entladen, dass sie als Sekundäraggregate relativ grosser Äquivalentradien schnell sedimentieren (Kurve IV). Zwischen diesem Extremfalle und der unbeeinflussten

Sedimentation nach Primärteilchen (Kurve I) hat man nun die verschiedenen Übergänge der „partiellen Koagulation". Dies ist in grossen Hauptzügen ein Versuch, den Mechanismus der Tonkoagulation klarzulegen.

Dass die Schwellenwerte bei Tonkoagulationen immer sehr unscharf werden und je nach Beobachter, Tonkonzentration, Schichtdicke, Beleuchtung usw. sehr wechselnd ausfallen, weiss jeder, der sich mit ihrer experimentellen Bestimmung geplagt hat.

Da aber die Bestimmung der „Schwellenwerte" für manche praktischen Fragen von Bedeutung ist und noch einige Details bei der Koagulation zu erörtern sind, mag noch folgendes hinzugefügt werden.

Es gibt für jeden Elektrolyt einen ersten Schwellenwert, unter welchem kein Anzeichen zur Aggregation bemerkbar ist.

Wird dieser dagegen überschritten, was eine Entladung bis zum kritischen Potential bedeutet, so tritt eine durch schnellere Sedimentation bekundete Aggregation ein, ohne dass äusserlich irgend welche Koagulationserscheinungen bemerkbar sind (Kurve II, Abb. 12).

Dieser erste Schwellenwert scheint etwas vom Dispersitätsgrad der Teilchen abhängig zu sein, indem gröbere Teilchen bei etwas kleinerem Elektrolytzusatz das kritische Potential erreichen als kleinere.

Wahrscheinlich hängt dies damit zusammen, dass die Adsorption von der Krümmung der Oberfläche abhängig ist, so dass kleinere Teilchen mit grösserem Krümmungsradius bei einem gegebenen Elektrolytgehalt im Dispersionsmittel weniger Ionen pro $\overline{\mu\mu}^2$ aufnehmen als gröbere. Für kolloide Schwefelteilchen ist in der Tat von mir eine solche Abhängigkeit der Adsorption von der Krümmung der Oberfläche beobachtet worden, aber es bedarf weiterer Untersuchungen, ehe die Allgemeingültigkeit dieses Satzes als erwiesen betrachtet werden kann.

Viel mehr als vom Dispersitätsgrad ist aber bei Tonen der erste Schwellenwert vom Material der Tonteilchen abhängig. Wahrscheinlich hängt dies mit der verschiedenen Hydratation der Teilchen zusammen.

Um einige konkrete Beispiele anzuführen, so wurde für einen Ancyluston, dessen Verteilungskurve in Abb. 14 wiedergegeben ist, dieser erste Schwellenwert gegenüber Na_2SO_4 bei

etwa 5 Millimol pro Liter gefunden, während er für einen Kaolinton (Abb. 13) bei 20 Millimol pro Liter liegt.

Sehen wir von diesen Variationen mit dem Material ab, so nimmt, wenn der erste Schwellenwert überschritten wird, die Grösse der Sekundäraggregate mit wachsender Elektrolytkonzentration stark zu, um von einem gewissen Gehalt an in ihrer Grösse nur wenig beeinflusst zu werden. Die Grösse der Sekundäraggregate entspricht dabei 2—5 μ, und die Elektrolytkonzentration entspricht dabei für den Kaolinton etwa 50 Millimol Na_2SO_4 pro Liter.

Ist die obige Grösse der Sekundäraggregate hervorrufenden Elektrolytkonzentration erreicht, so macht sich nach einigen Stunden die Sedimentation bemerkbar, man hat eine sichtbare Koagulationswirkung und kann diese Elektrolytkonzentration als „zweiten Schwellenwert“ bezeichnen.

Streng genommen sollte man diesen Schwellenwert als diejenige Elektrolytkonzentration definieren, welche Sekundäraggregate einer ganz bestimmten Grösse, z. B. 2 μ Äquivalentradius, hervorzurufen vermag.[1]) Praktisch kann man sich aber damit begnügen, dass bei dieser Elektrolytkonzentration innerhalb 2 Stunden eine sichtbare Koagulationswirkung hervortritt.

Wie eben gesagt wurde, hängt die Geschwindigkeit, womit die Sekundäraggregate gebildet werden, von der Zahl der in der Volumeneinheit vorhandenen Primärteilchen ab und nicht nur von der Grösse der Aggregate.

Hat man daher den ersten Schwellenwert einmal überschritten, so erfolgt die Koagulation scheinbar leichter, wenn dieselbe Materie bei gleicher Totalkonzentration in hochdisperser Form vorliegt, als bei einer gröberen Suspension.

Sind die Primärteilchen von bedeutender Grösse (10 μ und mehr), so ist übrigens die Sedimentation so schnell und die Brownsche Bewegung so klein, dass die Teilchen wenig Gelegenheit haben, in die gegenseitige Attraktionssphäre zu gelangen. Auf die Sedimentation grober Suspensionen übt daher die Entladung durch Elektrolytzusatz geringeren Einfluss aus, ja bisweilen tritt infolge Zähigkeitsvermehrung des Dispersionsmittels eine Verzögerung auf.[2])

---

[1]) Vergl. Freundlich, Kapillarchemie, S. 349.

[2]) Vergl. Zsigmondy, Kolloidchemie, II. Aufl., S. 26.

Beim zweiten Schwellenwert macht sich am meisten der Einfluss der Zahl und Grösse der Primärteilchen auf die Koagulation bemerkbar, weil es sich hier mehr um eine Geschwindigkeitsmessung handelt und die Aggregate vielleicht zu schnell sedimentieren, ehe sie die Maximalgrösse erreicht haben.

Es bleiben daher beim „zweiten Schwellenwert“ oft, wenn die Suspensionen nicht sehr konzentriert sind, einige „Restteilchen“ zurück, welche sich in grossem Abstande von dem relativ schnell sedimentierenden Sekundäraggregate befanden. Diese Teilchen verursachen, dass die über dem Koagulat stehende Flüssigkeit nicht ganz klar, sondern getrübt bleibt. War der Elektrolytgehalt genügend gross, so aggregieren sich zwar diese in relativ grossen Abständen liegenden Teilchen allmählich, es verläuft dies aber oft recht langsam, so dass es oft Tage dauern kann, ehe beim zweiten Schwellenwert die Flüssigkeit über dem Koagulat ganz klar wird.

Fügt man aber von vornherein so viel Elektrolytionen hinzu, dass sämtliche Teilchen völlig oder fast völlig entladen werden, so scheint es, als ob die Sekundäraggregate ins Unbegrenzte wachsen könnten. Die Aggregation verläuft dabei auch sehr schnell — oft innerhalb 5—10 Minuten. Je grösser die Elektrolytkonzentration gewesen ist, desto kleiner wird daher die Zahl der „Restteilchen“, so dass man als „dritten Schwellenwert“ eine Elektrolytkonzentration angeben kann, wo die Koagulation innerhalb 10 Minuten vollständig gewesen und das über den schnell sedimentierenden Sekundäraggregaten (= das Koagulat) zurückbleibende Dispersionsmittel wasserklar ist.

Dieser „dritte Schwellenwert“ nimmt mit abnehmender Primärteilchenkonzentration (N) stark zu, weil die Wahrscheinlichkeit der Zusammenstösse zwischen den Teilchen rasch abnimmt, und lässt sich unter obigen Bedingungen ($N = 1.10^{11}$ pro Kubikzentimeter) für den Kaolinton zu etwa 100 Millimol K_2SO_4 pro Liter bestimmen.

Obige Gesetzmässigkeiten beziehen sich auf die im allgemeinen reversible Ausflockung; es kann aber bisweilen auch bei Tonen zu irreversibler Teilchenvereinigung kommen; hierauf sowie auf einige andere Komplikationen bei der Koagulation (z. B. die sog. „Gewöhnungserscheinungen“) soll aber in vorliegender Arbeit nicht eingegangen werden, da sie anscheinend in der Natur eine weniger grosse Rolle spielen.

6.

Die Schutzwirkung der Humusstoffe.

Manche Kolloide, insbesondere Eiweissstoffe, vermögen bekanntlich auf weniger stabile einen derartigen Einfluss auszuüben, dass das unbeständige Kolloid einen höheren Grad der Stabilität erhält und z. B. gegen Koagulatoren bis zu einem gewissen Grade geschützt wird.

Derartige Beobachtungen einer Schutzwirkung der Humusstoffe gegenüber Tonen und Tonsuspensionen liegen schon von Th. Schloesing[1]) vor, in neuester Zeit von E. Fickendey.[2])

So beachtenswert die Beobachtungen Fickendeys auch sind, so lassen doch seine experimentellen Belege für eine solche Schutzwirkung viel zu wünschen übrig, worauf u. a. P. Ehrenberg[3]) hinweist.

Denn da Kaolinteilchen und Tontrübungen, wie erwähnt, schon durch Alkali geladen und stabilisiert werden, beweisen die mit alkalischen Humusextrakten erhaltenen Schutzwirkungen nicht, dass der Schutz von den Humationen verursacht wird. Und dass die Aufschlämmung eines natürlichen Tonbodens sich anders verhält und stabiler als eine Kaolinsuspension ist, beweist gar nichts, zumal die Stabilität von Ton zu Ton je nach dem Dispersitätsgrad und dem chemischen Material wechselt, so dass hochdisperse, völlig humusfreie Tone vielfach höhere Schwellenwerte aufweisen als grobe Kaolinsuspensionen.

Da in der Fickendeyschen Arbeit zudem bei den von Humus geschützten Tonen jegliche Zahlenangaben fehlen und solche nur bei den mit Tannin oder Gelatine geschützten Tonen mitgeteilt werden, schien eine erneute experimentelle Behandlung des Problems sehr erwünscht. Besonders mussten sowohl neutrale Alkalihumate als auch kolloide Humussäure untersucht, sowie die „Schutzzahlen“ festgestellt werden.

Vorbedingungen, um die Schutzwirkung festzustellen.

Aus obigen Ausführungen ist es ersichtlich, dass man, um eine Schutzwirkung festzustellen, grossen Wert auf genau einzuhaltende Versuchsbedingungen legen muss, da sonst die

---

[1]) Th. Schloesing, Compt. rend. de l'acad. Paris 78, S. 1276—1279 (1874).

[2]) E. Fickendey, Notiz über Schutzwirkung von Kolloiden auf Tonsuspensionen. Journal für Landwirtschaft 54, S. 343—350 (1906).

[3]) P. Ehrenberg, Bodenkolloide, S. 113. Dresden und Leipzig 1915.

Resultate sehr unsicher werden. Die Tonsuspension muss von vornherein humusfrei, womöglich elektrolytenarm, von genau definierter Teilchengrösse und bestimmter Konzentration sein. Die Alkalihumate dürfen keinen Überschuss an Alkali und die Humussäuresuspension keinen solchen an anderen Säuren enthalten.

Als geeignete Versuchsmateriale wurden gewählt:

Ancyluston aus den Tongruben der St. Eriks-Ziegelei bei Uppsala.. Dieser Ton ist sehr feinkörnig; er besteht wesentlich aus Urgebirgstrümmern, woraus durch natürliches Schlämmen alles gröbere Material weggeschlämmt ist. Diese Ablagerung ist später von Sand und anderen alluvialen Bildungen überlagert worden und daher geschützt geblieben. Seit der Ablagerung vor etwa 12000 Jahren ist der Ton vor Atmosphärilien und Pflanzenwachstum in ziemlicher Tiefe geschützt geblieben, so dass es sich um einen relativ unverwitterten Ton handelt.

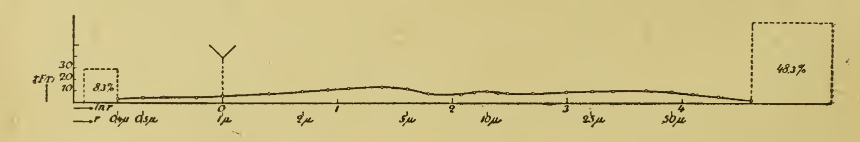


Abb. 13. Verteilungskurve des Kaolintons.

Die analytische Zusammensetzung lässt auf Feldspat, Glimmer und wenig Quarz schliessen. Als Gegenstück hierzu wurde ein typischer Kaolinton aus Sandbäck in Småland gewählt. Die Entstehungsgeschichte ist hier nicht ganz klar gewesen, aber alles deutet darauf hin, dass es sich um einen unter thermalen Einflüssen verwitterten Granit handelt, welcher eine sekundäre Umlagerung erlitten hat und jetzt mit viel Kies und Geröll durchmischt ist. Die Verteilungskurve wird in Abb. 13 wiedergegeben. Es wurden aber zum Versuch alle gröberen Körner abgeschlämmt und nur die 13 % mit Äquivalentradius $< 1\ \mu$ zur Untersuchung genommen, wobei man eine in der Durchsicht gelbe, in Aufsicht weissliche Suspension erhielt, welche auf Zusatz von Koagulatoren voluminöse, fast weisse Flocken ausschied, die im Vergleich mit den aus Ancylustonsuspension erhaltenen viel wasserreicher waren.

Die chemische Zusammensetzung liess auf ziemlich reinen Kaolin mit wenig Quarz schliessen.

Die Verteilungskurve des Ancylustons geht aus Abb. 14 hervor. Das Rechteck links bestand aus Teilchen von einem mittleren Äquivalentradius von etwa 113 $\mu\mu$. Die grösseren Teilchen rechts von etwa 1 μ an wurden weggeschlämmt.

Der mittlere Äquivalentradius der Kaolinsuspension betrug etwa 170 $\mu\mu$; die ultramikroskopische Untersuchung liess, den schnellen Bewegungen nach zu urteilen, aber erkennen, dass die Hauptmenge weit unter diesem Werte lag.[1])

Beide Tone waren humusfrei; ein ganz kleiner Gehalt organischer Substanz im Ancyluston konnte nicht als Humus charakterisiert werden und schien von Diatomaceenresten herzurühren.

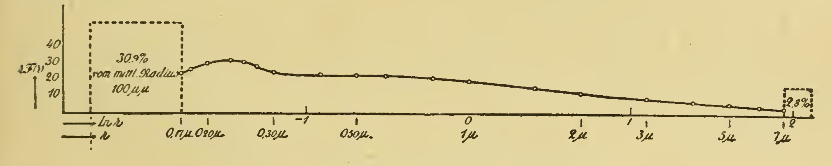


Abb. 14. Verteilungskurve des Ancylustons.

Herstellung der Suspensionen und Elektrolytempfindlichkeit derselben.

Die Suspensionen wurden anfangs durch Dialyse gereinigt und dann mit Leitfähigkeitswasser verdünnt, so dass

die Konzentration des Ancylustons 1.27 % und die Leitfähigkeit der Suspension $\varkappa = 44.10^{-6}$, rez. Ohm,

die Konzentration des Kaolintons 1.07 % und $\varkappa = 42.10^{-6}$ betrug.

Gegenüber dem Koagulator NH_4NO_3 war bei dieser Tonkonzentration der „erste Schwellenwert"

für den Ancyluston etwa 0.003 n,
„ „ Kaolinton „ 0.010 n;

der „zweite Schwellenwert"

für den Ancyluston etwa 0.0045 n,
„ „ Kaolinton „ 0.0250 n;

der „dritte Schwellenwert"

für den Ancyluston etwa 0.005 n,
„ „ Kaolinton „ 0.030 n.

---

[1]) Vergl. Odén, Kolloid-Zeitschrift 25.

Diese Zahlen zeigen aufs deutlichste, wie verschieden die Elektrolytempfindlichkeit bei verschiedenen Tonen ist.

Untersuchung der Schutzwirkung.

Mengen von je 10 ccm Suspension wurden nun mit abnehmender Menge teils von neutralem (es wurde nicht völlig neutralisiert, um sicher zu sein, dass kein Alkaliüberschuss vorhanden war, sondern bei $p_H = 6.8$ stehen geblieben) Natriumhumat,[1]) teils von kolloider Humussäure von etwa 0.5 μ Teilchengrösse versetzt, gut durchgeschüttelt und nach 10 Minuten mit so viel NH_4NO_3, als dem „dritten Schwellenwert" entsprach, versetzt. Bei grösseren Humusmengen wurde eine ausgesprochene Schutzwirkung beobachtet, so dass die fünffache Salzkonzentration zur Ausflockung nicht ausreichte. Betreffs der Versuche zur Ermittelung der kleinsten Humusmenge, welche eben ausreichte, um die Koagulation beim „dritten Schwellenwert" zu verhindern, somit der „Schutzzahl", sei auf die folgenden Tabellen verwiesen.

Tabelle 1.

Ancylustonsuspension.

1.27 g pro 100 ccm. Zu jeder Probe 10 ccm Suspension.

Menge organischer Substanz:			NH_4NO_3-Zusatz stets bis zu 0.005 n (dritter Schwellenwert)	NH_4NO_3-Zusatz bis zu deutlicher Ausflockung
Humat in Millimol	Humuskolloid in mg	pro 1 g Tonsubstanz in mg		
	2.0	15.80	starke Schutzwirkung	ca. 0.05 n
	1.0	7.90	desgl.	0.02 n
	0.2	1.58	desgl.	ca. 0.015 n
	0.087	0.69	deutliche Schutzwirkg.	ca. 0.010 n
	0.075	0.59	schwache „	in der Nähe von 0.005 n
	0.065	0.51	keine „	0.005 n
40.10^{-5}	(0.140)	1.10	deutliche „	0.0010 n
30.10^{-5}	(0.105)	0.82	Schutzwirkung	0.0008 n
26.10^{-5}	(0.091)	0.71	schwache Schutzwirkg.	0.0005 n
24.10^{-5}	(0.084)	0.66	keine „	0.0005 n

[1]) Über die Darstellung der Humussäure und die Neutralisation derselben vergleiche meine Arbeit „Die Huminsäuren, I". Koll. Beih. **11**, S. 75 ff. (1919).

Tabelle 2.

Kaolinsuspension.

1.09 g pro 100 ccm. Zu jeder Probe 10 ccm Suspension.

Menge organischer Substanz:			NH_4NO_3-Zusatz stets bis zum „dritten Schwellenwert“ 0.03 n	NH_4NO_3-Zusatz bis zu deutlicher Ausflockung
Humat in Millimol	Humuskolloid in mg	pro 1 g Tonsubstanz in mg		
	1.00	9.20	starke Schutzwirkung	0.05 n
	0.30	2.75	desgl.	0.05 n
	0.20	1.82	deutliche Schutzwirkg.	0.04 n
	0.18	1.64	desgl.	0.04 n
	0.15	1.38	kaum merkliche Schutzwirkung	0.03 n
	0.14	1.28	keine Schutzwirkung	0.03 n
20.10^{-5}	(0.070)	0.64	deutliche "	0.06 n
10.10^{-5}	(0.035)	0.32	desgl.	0.04 n
8.10^{-5}	(0.028)	0.26	keine Schutzwirkung	0.03 n

Aus diesen Versuchen geht deutlich hervor, dass eine ausgesprochene Schutzwirkung vorliegt, und dass die „Schutzzahlen“, in Milligramm pro Gramm Tonsubstanz ausgedrückt, sich durchaus in den Grössengebieten anderer Schutzzahlen, z. B. der „Goldzahl“ der Eiweisskörper, bewegen.

Bei genügender Humusmenge nähert sich der „dritte Schwellenwert“ demjenigen für Humussuspension.

Variation der „Schutzzahl“ verschiedenen Tonen gegenüber.

Obgleich die Schutzzahlen sich selbstverständlich hier nicht mit so grosser Schärfe wie beim „Umschlag“ eines Goldhydrosols bestimmen lassen, erkennt man doch, dass dieselben gegenüber Ancyluston von annähernd gleicher Grösse (etwa 0.7 mg) sind, gleichgültig ob die Humusmenge als Humation oder als kolloide Säure vorliegt. Kaolinsuspension gegenüber (mit etwa 6mal so grossem Elektrolytschwellenwert) sind die Schutzzahlen von gleicher Grössenordnung, aber für die kolloide Säure gegenüber dem Humate etwa doppelt so gross.

Steigerung des Schwellenwertes mit der Humusmenge.

Vermehrt man die Humusmenge über die Schutzzahl hinaus, so steigt, wie aus den Tabellen ersichtlich ist, die zur Koagulation erforderliche Elektrolytmenge bis zum Schwellenwert der Humussuspension selbst. Der erhaltene Niederschlag hat dann ein voluminöseres, flockigeres Aussehen als der von selbst sedimentierter Tonsubstanz, was eine Verbindung zwischen Ton und Humusteilchen anzeigt, in gutem Einklang mit den Ausführungen R. Zsigmondys über die Schutzwirkung.[1])

„Schutzzahl" verschieden bei verschiedenen Koagulatoren.

Wird die Ausflockung durch einen Elektrolyt mit kleinerem Schwellenwert hervorgerufen, so wächst die zum Schutz erforderliche Anzahl Milligramm Humus („Schutzzahl") erheblich, wie aus den Ergebnissen in Tabelle 3 hervorgeht.

Auch hier ist die Wirkung gegenüber den verschiedenen Tonen verschieden, indem bei Ancyluston die erforderliche Menge organischer Substanz als Alkalihumat etwas grösser ist, als wenn kolloide Humussäure vorliegt, während bei Kaolinton gerade das Umgekehrte der Fall ist.

Tabelle 3.

Ancylustonsuspension 1.27 %.

Koagulator	„Dritter Schwellenwert" in Normalität	Die Schutzwirkung tritt noch hervor			
		bei Humation		bei koll. Humussäure	
		Milliäquivalente	pro 1 g Ton mg	mg	pro 1 g Ton mg
NH_4NO_3 . . .	0.0050	3.10^{-4}	0.82	0.075	0.59
LiCl	0.0030	5.10^{-4}	1.36	0.090	0.71
KCl	0.0020	2.10^{-3}	5.45	—	—
CsCl	0.0009	4.10^{-3}	10.90	1.000	7.80
$Ba(NO_3)_2$ . . .	0.00025	6.10^{-3}	16.40	0.900	7.10
Kaolinsuspension 1.09 %.					
NH_4NO_3 . . .	0.0300	2.10^{-3}	0.64	0.180	1.64
$Ba(NO_3)_2$ . . .	0.0015	7.10^{-2}	22.40	10.000	92.00

[1]) Vergl. Lehrbuch, 2. Auflage, S. 353 ff. Leipzig 1918.

Das allgemeine Problem der Schutzwirkung hat zwar noch keine endgültige Erklärung gefunden; ganz allgemein lässt sich jedoch sagen, dass es sich um eine Aufnahme des Schutzstoffes seitens der zu schützenden Teilchen handelt. Die Erklärung der verschiedenen Schutzwirkung der kolloiden Humussäure und der echten iondispersen Humatlösung gegenüber den beiden Tonen würde dann mit der Bildungsgeschichte der Tone im Einklang stehen, so dass der vorwiegend aus Kriställchen aufgebaute Ancyluston gegenüber der kolloiden Lösung eine grössere Adsorptionsfähigkeit als gegenüber der iondispersen besitzen dürfte, während bei dem aus vorwiegend amorphem Material bestehenden Kaolinton gerade das Gegenteil der Fall sein dürfte. Bekanntlich hat R. Marc[1]) gezeigt, dass kristalloide Stoffe eine spezifisch starke Adsorptionsfähigkeit kolloiden Lösungen gegenüber, eine schwache echten Lösungen gegenüber aufweisen, während amorphe feste Stoffe echt gelöste Stoffe spezifisch stark adsorbieren und kolloid gelöste nur wenig. Selbstverständlich besteht kein Ton aus ausschliesslich amorphem oder kristallinischem Material. Wenn obige Auffassung der verschiedenen Schutzwirkung der Humusstoffe je nach ion- oder kolloid-disperser Lösung richtig ist, würde man aber in den Schutzzahlen ein Mittel besitzen, gewisse Rückschlüsse auf die Beschaffenheit des Tonmaterials — ob dasselbe aus Kriställchen oder amorphen Teilchen besteht — zu ziehen.

Hierüber hoffe ich in einer späteren Arbeit Näheres mitteilen zu können.

Zusammenfassung.

Zusammenfassend lässt sich über die Schutzwirkung von Humus auf Tone als Ergebnis der obigen Untersuchung feststellen, dass eine solche ausgesprochen vorhanden ist, somit eine Bestätigung der früheren Ansichten Th. Schloesings und E. Fickendeys.

Die Schutzwirkung der Humusstoffe ist von gleicher Grössenordnung wie die anderer „Schutzkolloide", wird aber

---

[1]) R. Marc, Die Wechselbeziehungen zwischen Kolloiden und kristallinen Stoffen einerseits, Kristalloiden und amorphen Stoffen anderseits, sowie einige Vorlesungsversuche zu deren Demonstration. Koll.-Zeitschr. 13, S. 281 bis 289 (1913).

durch die ziemlich grosse Elektrolytempfindlichkeit der Humuskolloide grösseren Elektrolytkonzentrationen gegenüber begrenzt. Die Schutzwirkung erweist sich gegenüber verschiedenen Tonen und Elektrolyten als „spezifisch“, so dass die Frage nach dem Wesen der Schutzwirkung noch ungeklärt und erst im Zusammenhang mit diesem allgemeinen kolloid-chemischen Problem zu behandeln ist.

Uppsala, Chemisches Universitäts-Laboratorium,
März 1919.

Mitteilung aus dem landwirtschaftlichen Versuchsfeld der Universität Göttingen. III.

Untersuchung des Bakteriennährpräparates der Superphosphatfabrik Nordenham.

Von

Dr. GEILMANN.

Nach einem, von einem Herrn Hoyermann erdachten Verfahren stellt die Superphosphatfabrik Nordenham ein Torfpräparat her, das dazu dienen soll, den Bodenbakterien ein Nahrungsmittel zuzuführen und sie zu besonders starker Tätigkeit anzuregen. Durch die so erreichte Erhöhung der Bakterientätigkeit sollen dem Boden ganz erhebliche Stickstoffmengen zugeführt werden, die der Pflanzenproduktion zugute kommen. Ebenso soll das Präparat nach der Erfindung eine hervorragende physikalische Bodenbesserung bewirken und das Lagern des Getreides verhindern. Das Präparat soll nicht selbst als Dünger wirken, sondern nur eine Stickstoffdüngung durch erhöhte Bakterientätigkeit veranlassen, daher ist gleichzeitig eine Kali- und Phosphorsäuredüngung zu geben.

Anwendung. Das Präparat soll auf die Pflugfurche gestreut und eingeeggt werden, und zwar in Mengen von 10 bis 20 Ztr. pro Morgen, entsprechend einer mittleren bezw. starken Stallmistdüngung.

Auf Anforderung des „landwirtschaftlichen Versuchsfeldes" wurden Anfang April 2 Päckchen des Düngers im Gewicht von je 5 kg dem Institute kostenlos von der Superphosphatfabrik Nordenham zu Versuchszwecken übersandt.

Versuchsanordnung.

I. Analyse des Präparates.

II. Prüfung der Wirkung.

Eine genaue Ermittelung der Wirkung des Präparates lässt sich nur durch Vegetationsversuche feststellen. Da die Hauptwirkung des Präparates in einer Erhöhung der Bakterientätigkeit im Boden bestehen soll, so müsste sich diese rein analytisch durch eine Zunahme des Stickstoffgehaltes im Boden nachweisen lassen. Daher wurden 2 Versuchsreihen in dieser Hinsicht angelegt.

1. Reihe. Eine Anzahl gleichmässig mit KCl und $CaHPO_4$ gedüngter Vegetationstöpfe wird mit wechselnden Mengen des Nährpräparates versetzt. Der N-Gehalt der Töpfe wird zu Beginn und am Ende des Versuches ermittelt; eine N-Zunahme würde für eine Wirkung des Präparates sprechen.

2. Reihe. Vier grosse Vegetationszylinder werden gleichmässig mit KCl und $CaHPO_4$ gedüngt, je 2 erhalten eine gleichzeitige Gabe Bakteriendünger. Die Zylinder gestatten das Auffangen der Sickerwässer, deren Gehalt an N ermittelt wird. Die Beobachtung der durch die Sickerwässer ausgewaschenen Stickstoffmengen gestattet, bei gleichzeitiger Bestimmung des N-Gehalts des Bodens, einen Schluss auf die Wirkung des Präparates zu ziehen.

III. Der Vegetationsversuch.

Neun, genau wie in Reihe 1 gefüllte Töpfe werden mit Senf bestellt. Aus der Menge der geernteten Pflanzen und ihrem Gehalt an Stickstoff lässt sich ein Schluss auf die Düngewirkung ziehen.

IV. Der bakteriologische Kulturversuch.

Wenn das Präparat tatsächlich ein hervorragendes Nährmittel für Bodenbakterien ist, so muss ein Zusatz desselben zu Nährlösungen die eingeimpften Bodenbakterien zu besonders üppiger Entwicklung bringen; letztere zeigt sich aber durch eine Erhöhung der gebildeten Stoffwechselprodukte. Bei einer Zersetzung peptonhaltiger Nährlösungen müsste sich die Wirkung des Präparates in einer Vergrösserung der abgespaltenen NH_3-Menge zeigen.

1. Die Analyse des Präparates.

Das eingesandte Präparat zeigt beim Eintreffen eine tief schwarzbraune Farbe und fühlt sich sehr feucht an. Makro-

skopisch sind Torffasern und weissliche Erdkrümel sichtbar, auch strömt das Material einen deutlichen Humusgeruch aus.

Eine Ermittelung der bei 105° flüchtigen Stoffe ergibt:

Feuchtigkeit	49.01 — 48.90 %
Trockensubstanz	50.99 — 51.10 „

Zur weiteren Analyse wird die lufttrocken gewordene Masse benutzt, die fein zerrieben wurde.

Die lufttrockene Substanz enthält in Prozent:

	a) Asche	54.12 — 53.88
darin:	in HCl unlöslich	7.35 — 7.40
	CaO	28.82 — 29.05
	Fe_2O_3 — Al_2O_3	2.41 — 2.60
	MgO	0.41 — 0.39
	Na_2O	0.24 — 0.24
	K_2O	0.18 — 0.18
	P_2O_5	1.20 — 1.20
	SO_3	4.55 — 4.76
	CO_2	4.82 — 4.85
	Mn_2O_3 und Cl	Spuren
	b) Gesamt-P_2O_5	1.59 — 1.59
	c) Gesamt-SO_3	4.83 — 4.89
	d) Gesamt-CO_2	16.95 — 17.10
	e) Stickstoff	0.490 — 0.491
	f) Feuchtigkeit	8.71 — 8.83

Auf Trockensubstanz berechnet ergibt sich:

	Stickstoff	0.538
	Kohlensäure	18.66
	Schwefelsäure	5.33
	Phosphorsäure	1.74
	Asche	59.32
darin enthalten:	SiO_2 + Sand	8.08
	Fe_2O_3 + Al_2O_3	2.74
	CaO	31.72
	MgO	0.44
	Na_2O	2.63
	K_2O	1.97
	P_2O_5	1.32
	SO_3	5.10
	CO_2	5.30

Ergebnis.

Die Analyse des übersandten Präparates ergibt einen Wassergehalt von rund 49 %, der doch als reichlich hoch zu betrachten ist und eine unnötige Erhöhung der Transportkosten und dadurch Verteuerung des Präparates bewirkt, die zu seinem

wahren Wert in keinem Verhältnis stehen dürfte. Die Trockensubstanz des Präparates besteht zu rund 59 % aus glühbeständigen Stoffen, vorwiegend Kalk mit geringen Mengen SO_3, Sand und den in Pflanzenaschen enthaltenden Mengen K_2O, Na_2O, MgO und P_2O_5. Der Stickstoffgehalt von 0.5 % dürfte ebensowenig wie die Kali-, MgO- und P_2O_5-Mengen für die Düngewirkung in Frage kommen. Als Hauptbestandteil des Düngers sind Humussubstanzen (Torf) und $CaCO_3$ zu betrachten.

Allem Anschein nach liegt irgend ein Klärschlamm eines an organischen Stoffen reichen Abwassers vor, der nach dem Huminverfahren gewonnen ist und der mit $CaCO_3$ und Gips versetzt ist und nach einigem Abtrocknen als Dünger benutzt werden soll.

II a. Versuch über die Stickstoffzunahme im Boden.

9 kleine Vegetationsgefässe wurden mit je 12.5 kg einer Mischung von 3 Teilen Sand und 1 Teile Lehm gefüllt und mit je 2 g KCl und 4.35 g $CaHPO_4$ gedüngt, entsprechend einer Düngung von 1 g K und 1 g P. 3 Töpfe erhielten 12.5 g Bakteriendünger und 3 Töpfe je 25 g. Der Wassergehalt der Töpfe wurde auf 70 % der absoluten Wasserkapazität gebracht und dort gehalten. Die Töpfe wurden am 20. April gefüllt, am 2. Mai wurde die erste N-Bestimmung im Boden ausgeführt. Zur Probeentnahme wurden die Töpfe einzeln entleert und ihr Inhalt innig gemischt, so dass eine gute Durchschnittsprobe des jeweiligen Topfes entnommen wurde. Die Probe wurde an der Luft getrocknet, dann fein zerrieben und in je 10 g der N-Gehalt bestimmt.

Die Töpfe wurden wieder gefüllt und blieben sich selbst überlassen, nur wurde von Zeit zu Zeit durch Zufügen des verdunsteten Wassers der berechnete Feuchtigkeitsgehalt des Bodens wieder hergestellt.

Die Stickstoffbestimmung erfolgt je in 10 g lufttrocknen Bodens nach dem Kjeldahlverfahren in der Modifikation von Jodlbauer: Aufschluss mit Phenol-Schwefelsäure, Reduktion mit Zink.

Die Ergebnisse der Analysen sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Eine Betrachtung der erhaltenen Zahlen zeigt, dass das Präparat versagt hat. Im Laufe von 3 Monaten haben in den gleichmässig feucht gehaltenen Töpfen 10 g Boden eine

nachweisbare Zunahme an N erfahren. Berechnet man aus den gefundenen Zahlen die im Topf enthaltene N-Menge, so ergibt sich folgende Tabelle:

Düngung	N-Gehalt in Gramm am 2. Mai	N-Gehalt in Gramm am 2. August	Zunahme
Ungedüngt	5.6727 ± 0.0345	6.4061 ± 0.091	0.7334 ± 0.0974
12.5 g Bakteriendünger	5.6612 ± 0.0573	6.0960 ± 0.0802	0.4355 ± 0.0985
25.0 „ „	6.0276 ± 0.0573	6.4176 ± 0 103	0.3896 ± 0.1146

Aus ihr ersieht man, dass die N-Zunahme der Töpfe mit steigender Düngerzufuhr abnimmt. Die ungedüngten Töpfe haben beinahe den doppelten N-Zuwachs als die mit 25 g Bakteriendünger versetzten. Diese, dem angepriesenen Verhalten entgegengesetzte Wirkung lässt sich auf zweierlei Weise erklären. Entweder hindern im Präparat vorhandene Stoffe die stickstoffsammelnde Kraft der Bakterien oder sie regen besonders die denitrifizierenden Bakterien an und diese bewirken Stickstoffverluste des Bodens.

(Siehe die Tabelle 1 auf S. 214 u. 215.)

Berechnung des wahrscheinlichen Mittelwertes und dessen wahrscheinliche Schwankung, sowie die N-Zunahme.

Düngung	N-Gehalt g am 2. Mai	N-Gehalt g am 2. August	N-Zunahme
I. Ohne Bakteriendünger . . .	0.004 95 ± 0.000 03	0.005 59 ± 0.000 08	+ 0.000 64 ± 0.000 085
II. 12.5 g Bakteriendünger . .	0.004 94 ± 0.000 05	0 005 32 ± 0.000 07	+ 0.000 38 ± 0.000 086
III. 25 g Bakteriendünger . . .	0 005 26 ± 0.000 05	0.005 60 ± 0.000 09	+ 0.000 34 ± 0.000 10

II b. Einfluss der Düngung mit Bakteriennährpräparat auf den N-Gehalt der Sickerwässer.

Der Versuch wird auf 4 Zinkzylindern ausgeführt, von denen Zylinder I und II mit Lehm, III und IV mit Sand gefüllt sind. Die Höhe der Zylinder beträgt 2 m, ihr Durchmesser 75 cm. Eine am Boden befindliche Öffnung gestattet das Auffangen der den unten geschlossenen Zylinder durchströmenden

Ta-

Topf Nr.		Düngung	Untersuchung am 2. Mai	
			N-Gehalt in Gramm pro 10 g Boden	Trockensubst. %
I	632	2 g KCl 50 %	0.004 90 — 0.004 90	98.28 — 98.25
	670	4.35 g $CaHPO_4$	0.004 76 — 0.004 76	97.81 — 97.87
	720	0 g Bakteriendünger	0.004 76 — 0.005 04	97.66 — 97.68
II	727	2 g KCl 50 %	0 004 90 — 0 004 90	98.52 — 98.46
	730	4.35 g $CaHPO_4$	0.005 04 — 0.005 04	98.67 — 98.79
	716	12.5 g Bakteriendünger	0.004 76 — 0 004 62	98.91 — 98 85
III	729	2 g KCl 50 %	0.005 18 — 0.004 90	97.90 — 98.11
	734	4.35 g $CaHPO_4$	0 005 18 — 0.005 04	97.82 — 97.70
	728	25 g Bakteriendünger	0.005 04 — 0.005 04	99.05 — 98.90

Wassermenge. Als Grunddüngung wird jedem Zylinder gegeben: 20 g KCl (50 %) und 21.9 g $CaHPO_4$ entsprechend 10 g K und 3.95 g P bezw. 7.2 g P_2O_5, Zylinder I und III erhalten je 200 g Bakterienpräparat. Gedüngt wurden die Zylinder am 17. Mai 1919, der Dünger wird etwa 5 cm tief eingegraben. Die Untersuchung der Sickerwässer begann am 15. Juni und wurde alle 14 Tage ausgeführt, wenn genügend Wasser durchgesickert war. Bei grosser Trockenheit wurden die Zylinder gegossen, sonst kam nur das Niederschlagswasser auf sie. Am 1. Juni wurde von jedem Zylinder eine Erdprobe entnommen und in dieser der N-Gehalt bestimmt. Ebenso wurde am Ende des Versuchs, dem 1. September eine Erdprobe auf den Stickstoffgehalt untersucht.

Die Oberfläche der Zylinder wurde alle 4 Wochen etwa 10 cm tief umgestochen, um eine innige Durchlüftung der oberen Bodenschichten zu bewirken. Die Resultate der Versuche ergeben sich aus den Tabellen 2 und 3.

Betrachtet man die im ganzen Versuch ausgewaschenen N-Mengen, so ergeben die gedüngten Zylinder etwas höhere Zahlen, jedoch sind die Unterschiede nicht erheblich und erreichen bei weitem nicht die den Zylindern durch die Düngung zugeführten Stickstoffmengen. Besonders beim Versuch im Lehm sind die ausgewaschenen N-Mengen gleich, beträgt doch der Unterschied des im gesamten Sickerwasser des mit

belle 1.

Untersuchung am 2. August		10 g trockener Boden enthalten Gramm N am	
N-Gehalt in Gramm pro 10 g Boden	Trockensubst. %	2. Mai 1919	2. August 1919
0.005 39 — 0.005 10	90.52 — 90.50	0.004 99 — 0.004 99	0.005 95 — 0.005 63
0.005 66 — 0.005 59	98.33 — 98.31	0.004 87 — 0.004 86	0.005 76 — 0 005 69
0.005 17 — 0.005 19	98.45 — 98.40	0.004 85 — 0.005 16	0.005 26 — 0.005 26
0.005 18 — 0.005 04	97.94 — 98.00	0.004 98 — 0.004 98	0.005 29 — 0.005 15
0.005 04 — 0.005 04	98.46 — 98.50	0.005 10 — 0.005 10	0.005 12 — 0.005 12
0.005 52 — 0.005 52	98.58 — 98.60	0.004 81 — 0.004 67	0.005 60 — 0.005 60
0.005 04 — 0.005 10	99.07 — 99.10	0.005 65 — 0.005 03	0.005 09 — 0.005 15
0.005 39 — 0.005 66	97.28 — 97.30	0.005 29 — 0.005 16	0.005 54 — 0.005 82
0.005 66 — 0.005 66	99.22 — 99.21	0.005 21 — 0.005 21	0.005 71 — 0.005 71

Bakterienpräparat gedüngten Zylinders enthaltenen N zu dem des Wassers vom ungedüngten Zylinder ganze 2 mg; eine Menge, die ganz und gar innerhalb des Analysenfehlers liegt. Auf dem Sandboden ist die Differenz etwas grösser, sie beträgt hier 0.02 g, eine Menge, die $^1/_3$ des zugeführten N ausmacht, also auch nicht auf eine Wirkung des Bakterienpräparates zu setzen ist. (Siehe die Tabelle 2 auf S. 216.)

Tabelle 3.

Die Tabelle ergibt den Stickstoffgehalt der Ackerkrume (10 cm tief) der Auswaschzylinder zu Beginn und Ende des Versuchs; die angegebenen N-Mengen sind in Gramm in 10 g Boden enthalten.

	Untersuchung am 1. Juni			Untersuchung am 1. September		
	N in 10 g lufttrockn. Boden	Trockensubstanz	10 g trockner Boden enthalten N	N in 10 g lufttrockn. Boden	Trockensubstanz	10 g trockner Boden enthalten N
Zyl. I	0.006 16	87.10	0.007 03	0.005 61	97.20	0.005 77
	0.006 37	87.09	0 007 31	0.005 82	97.21	0.005 98
	0.006 23		0.007 15	0.005 48		0.005 64
Zyl. II	0.005 25	87.40	0.006 01	0.004 90	97.39	0.005 03
	0 005 53	87.35	0.006 33	0 005 18	97.40	0.005 32
	0.005 25		0.006 01	0.005 00		0.005 13
Zyl. III	0.002 17	98.60	0.002 20	0.001 51	99.67	0.001 52
	0.002 31	98.65	0.002 34	0.001 68	99.65	0.001 69
	0.002 24		0.002 27	0 001 60		0.001 61
Zyl. IV	0 001 82	97.50	0.001 86	0.001 40	99.69	0.001 40
	0 001 89	97.60	0.001 94	0.001 45	99.68	0.001 45
	0.001 96		0.002 01	0.001 43		0.001 43

Tabelle 2.

Datum	1 l Wasser enthält Gramm N				Durchgesickertes Wasser				Im ganzen ausgewaschen N			
	Zyl. I	Zyl. II	Zyl. III	Zyl. IV	I	II	III	IV	Zyl. I	Zyl. II	Zyl. III	Zyl. IV
15. April . .	0.001 72 0.001 51	0.001 50 0.001 29	0.002 16 0.002 15	0.001 93 0.001 93	5.61	5.36	6.89	6.79	0.011 06	0.007 48	0.014 85	0.013 10
1. Mai . .	0.001 07 0.001 07	0.000 97 0.000 86	0.002 15 0.002 15	0.001 72 0.001 62	6.30	6.20	7.50	7.30	0.006 74	0.005 61	0.016 13	0.012 19
16. Mai . .	0.001 06	0.000 84	0.001 96	0.001 54	0.99	0.97	1.75	1.80	0.001 05	0.000 85	0.003 43	0.002 77
15. Juni . .	0.000 521 0.000 564	0.000 95 0.001 41	0.002 53 0.002 47	0.001 97 0.001 90	6.40	6.50	8.30	8.45	0.003 47	0.007 67	0.020 75	0.016 35
10. Juli . .	0.001 40 0.001 92	0.000 84 0.000 85	0.002 10 0.002 09	0.002 04 0.002 05	3.25	2.75	5.55	6.30	0.005 39	0.002 32	0.011 63	0.012 88
15. Juli . .	0.002 52 0.002 44	0.002 80 0.002 80	0.003 78 0.003 78	0.003 78 0.003 78	4.72	4.80	5.68	6.00	0.011 71	0.013 44	0.021 47	0.022 68
1. August .	0.002 94 0.002 90	0.002 94 0.002 98	0.005 60 0.005 42	0.004 90 0.004 83	3.50	3.10	13.50	12.00	0.010 29	0.009 11	0.075 60	0.058 80
15. August .	0.003 92 0.003 90	0.004 48 0.004 36	0.004 90 0.004 88	0.004 20 0.004 18	0.50	0.55	2.20	1.90	0.001 96	0.002 46	0.010 78	0.007 98
1. September	0.003 89 0.003 90	0.004 35 0.004 33	0.004 87 0.004 89	0.004 18 0.004 16	0.16	0.25	0.45	0.53	0.000 62	0.001 09	0.002 19	0.003 41
				Im ganzen Versuch:	31.43	30.48	39.82	40.07	0.052 29	0.050 03	0.176 83	0.150 16
				Vor der Düngung:	12.90	12.53	16.14	15.89	0.018 85	0.013 94	0.034 41	0.028 06
				Nach der Düngung:	18.53	17.95	23.68	24.18	0.033 44	0.036 09	0.142 42	0.122 10

Tabelle 4.
N-Mittelwerte und N-Zunahme des Bodens der Zylinder.

Zyl. Nr.	Am 1. Juni	Am 1. September	Zunahme
I	0.007 16 ± 0.000 058	0.005 79 ± 0.000 075	— 0.002 30 ± 0.000 095
II	0.006 12 ± 0.000 106	0.005 16 ± 0.000 063	— 0.000 96 ± 0.000 123
III	0.002 27 ± 0.000 03	0.001 60 ± 0.000 036	— 0.000 67 ± 0.000 046
IV	0.001 94 ± 0.000 03	0.001 43 ± 0.000 011	— 0.000 51 ± 0.000 034

Ein Vergleich der Zahlen der Tabelle 3 und 4 lehrt, dass der N-Gehalt der gedüngten Zylinder I und III höher ist, als der der ungedüngten, was seine Ursache im N-Gehalt des zugesetzten und in der oberen Bodenschicht verteilten Bakteriendüngers hat; sind doch mit den 200 g zugefügten Düngers etwa 0.6 g N hinzugekommen. Dieser höhere N-Gehalt der Zylinder I und III hat sich nicht halten können; die 3 Monate später ausgeführte Analyse ergibt eine Abnahme an N, die sich durch Verwitterung des Düngers erklären lässt. Auch die ungedüngten Töpfe haben N-Verluste erlitten, die aber nicht so hoch sind. Der Zusatz des Bakteriendüngers hat den N-Gehalt des Bodens nicht einmal konstant erhalten, geschweige denn erhöhen können. Da die Untersuchung der Dränagewasser ebenfalls keine erheblichen Unterschiede im N-Gehalt aufweist, ist die gerühmte stickstoffsammelnde Wirkung des Düngers nicht vorhanden.

Bei einer näheren Betrachtung des Bodens findet man in den gedüngten Parzellen noch reichlich unzersetzten Dünger, mithin kommen die durch die Düngung zugeführten N-Mengen auch noch nicht der Pflanze zugute, wie auch der Vegetationsversuch zeigt.

III. Der Vegetationsversuch.

Um den Einfluss des Präparates auf die Pflanze kennen zu lernen, wurden 9 Vegetationstöpfe angesetzt. Als Füllmaterial dient ein Gemisch von $^3/_4$ Leinesand und $^1/_4$ leichten Lehmbodens. Sämtliche Töpfe wurden gleichmässig je mit 2 g KCl und 4.3 g $CaHPO_4$ gedüngt. 3 Töpfe erhalten 12.5 g Bakteriendünger, 3 Töpfe je 25 g; die übrigen 3 Töpfe erhalten eine, einer Düngung mit 12.5 g Bakteriendünger entsprechende Menge an Hornmehl als Stickstoffdüngung, um den N-Gehalt des Präparates

zu kompensieren. Gefüllt wurden die Gefässe am 25. April, ihr Wassergehalt wurde auf 70 % der absoluten Wasserkapazität gehalten. Einzelheiten der Düngung gehen aus der folgenden Düngungstabelle hervor.

Düngungstabelle.

Topf Nr.	Düngung	Bakteriennährpräparat
705 708 713	2 g KCl (50 %) 4.35 g $CaHPO_4$ (rein)	0 g 0.309 g Hornmehl
557 532 375	2 g KCl (50 %) 4.35 g $CaHPO_4$	12.5 g Bakteriendünger
769 722 744	2 g KCl (50 %) 4.35 g $CaHPO_4$	25 g Bakteriendünger

Das KCl wurde als 50 %iges Salz benutzt, $CaHPO_4$ als chemisch reines Salz, der Bakteriendünger in der übersandten feuchten Form.

Am 2. Mai wurden die Töpfe mit Senf bestellt. Die Saat lief ziemlich gleichmässig zwischen dem 8. bis 10. Mai auf. Am 15. Mai wurden die Pflanzen auf 30 pro Topf verzogen, sie entwickelten sich gut, zeigten jedoch in einigen Horsten Krankheitserscheinungen, und zwar gleichmässig auf allen Töpfen. Die Pflänzchen knickten um und welkten dann. Als Ursache konnte Pilzgewebe in dem eingeschnürten Wurzelhalse ermittelt werden. Diese befallenen Horste wurden entfernt und durch gesunde ersetzt, die eingepflanzt wurden. Am 15. Mai verschwand die Krankheit. Alle Töpfe entwickeln sich gut und gleichmässig, zeigen jedoch eine auffallende, ins bräunlichrote spielende Blattfarbe.

Am 4. Juni zeigen sich auf allen Töpfen gleichmässig Blütenansätze und Knospen. Am 8. Juni beginnt auf allen Töpfen die Blüte, die am 13. Juni voll im Gange ist, so dass zur Ernte geschritten wird. Die geerntete lufttrockne Pflanzenmasse wurde auf ihren Stickstoffgehalt untersucht. Alle Einzelheiten über Erntegewicht und Stickstoffgehalt gehen aus der folgenden Tabelle hervor.

Tabelle 5.

Topf Nr.	Geerntetes Pflanzenmaterial Frische Pflanzen g	Lufttrockne Pflanzen g	Trockensubstanz %	Geerntete Tr.-Substanz g	Mittel g	Mehrertrag g	Stickstoffgehalt N in der lufttr. Subst. %	N in der Tr.-Substanz %	pro Topf geernteter N g	Mittel g	Mehrertrag g
705	40.4	6.8	89.64 89.60	6.09	6.05 ± 0.125	± 0	1.933 1.968	2.176	0.1325	0.1370 ± 0.0018	± 0.0
708	39.1	6.5	88.37 88.40	5.74			2.126 2.109	2.394	0.1374		
713	42.0	7.2	87.95 88.01	6.33			1.966 1.958	2.230	0.1412		
557	37.8	6.3	88.24 88.20	5.50	5.87 ± 0.291	− 0.18 ± 0.317	1.912 1.889	2.154	0.1198	0.1206 ± 0.0006	− 0.0164 ± 0.0019
532	36.3	6.2	87 91 87.97	5.45			1.956 1.912	2.199	0.1198		
375	41.3	7.1	92.90 92.92	6.60			1.705 1.740	1.853	0.1222		
769	40.8	6.4	87.63 87.67	5.61	6.11 ± 0.277	+ 0.06 ± 0.31	1.947 1.922	2.206	0.1237	0.1307 ± 0.0028	− 0.0063 ± 0.0028
722	40.1	6.7	88.40 88.42	5.92			1.986 2.004	2.259	0.1337		
744	42.5	7.6	89.64 89.68	6 81			1.745 1.800	1.977	0.1346		

Die mit dem Bakteriendünger versetzten Töpfe ergeben nach der Tabelle nicht im geringsten mehr im Ertrage wie die ungedüngten Töpfe; im Gegenteil zeichnen sich die letzten durch einen geringen Mehrertrag aus, der aber innerhalb der Fehlergrenze liegt.

Um nun zu prüfen, ob das Präparat seine Wirkung bei einer zweiten Vegetation auf denselben Töpfen äussern würde, wurden die Töpfe, so wie sie waren, umgegraben und mit Senf bestellt. Die Neubestellung erfolgte am 13. Juni. Die Saat lief sehr gleichmässig und gut zwischen dem 20. und 22. Juni auf. Am 30. Juni wurden die Pflanzen auf 30 pro Topf verzogen. Die Farbe sämtlicher Pflanzen ist gleichmässig dunkelgrün. Bis zum 10. Juli lässt die dunkle Farbe mehr und mehr nach, die Pflanzen färben sich gelblich. Der Bestand ist dünn

und sperrig geworden, der grösste Teil der Pflanzen hat bereits Knospen, einzelne zeigen bereits Blüten. Zwischen dem 15. und 19. Juli beginnen nach und nach alle Töpfe zu blühen, die Blätter aller Pflanzen zeigen stark gelbliche Farbe. Die Ernte der voll blühenden Pflanzen erfolgt am 19. Juli. Die Resultate der Ernte und der Untersuchung sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 6.

Topf Nr.	Geerntetes Pflanzenmaterial						Stickstoffgehalt				
	Frische Pflanzen g	Lufttrockene Pflanzen g	Trockensubstanz %	Geerntete Tr.-Substanz g	Mittel g	Mehrertrag g	N in der lufttr. Pflanze %	N in der Tr.-Substanz %	Pro Topf geernteter N g	Mittel g	Mehrertrag g
705	22.00	2.7	85.60	2.31	2.36 ± 0.13	± 0	1.829	2.136	0.0494	0.0511 ± 0.0012	± 0
708	21.00	2.3	88.40	2.04			2.047	2.315	0.0472		
713	24.20	3.1	88.40	2.74			1.828	2.068	0.0567		
557	19.80	2.3	85.79	1.97	2.42 ± 0.26	+ 0.06 ± 0.29	2.123	2.474	0.0487	0.0538 ± 0.0046	+ 0.0027 ± 0.0048
532	29.80	3.5	87.62	3.07			1.865	2.129	0.0653		
375	21.30	2.5	88.61	2.22			1.884	2.126	0.0472		
769	29.50	3.5	86.00	3.01	2.40 ± 0.33	+ 0.04 ± 0.35	1.809	2.103	0.0633	0.0603 ± 0.0031	+ 0.0092 ± 0.0034
722	26.05	3.1	84.60	2.62			1.846	2.183	0.0572		
744	17.60	1.9	83.25	1.58			Kolben beim Aufschluss gesprungen.				

Auch beim zweiten Vegetationsversuch zeigen die mit dem Bakteriennährpräparat gedüngten Töpfe keinen erheblichen Mehrertrag den ungedüngten gegenüber.

Am 19. Juli wurden die abgeernteten Töpfe ohne weitere Düngung neu bestellt, mit der Ausnahme, dass Topf Nr. 375, 713 und 744 je 5 g $NaNO_3$, entsprechend 0.825 g N erhielten, um zu zeigen, dass die kümmerliche Entwicklung der Pflanzen nur auf einem Mangel an Stickstoff beruht.

Zwischen dem 24. und 26. Juli lief die Saat auf allen Töpfen etwas ungleichmässig auf. Am 3. August wurden alle Töpfe auf 30 Pflanzen verzogen; schon jetzt zeigen sich die Pflanzen der mit $NaNO_3$ gedüngten Töpfe bedeutend besser entwickelt. Am 11. August fallen die Pflanzen der N-Töpfe durch ihre Üppigkeit und dunkle Blattfarbe auf, während die andern hell-gelblich-grün gefärbt sind, der Bestand und die Ent-

wicklung der zusammengehörigen Töpfe ist sonst gleichmässig. Die Stiele der mit N gedüngten Pflanzen sind dick und saftig, während die der andern dünn sind; die ganzen Pflanzen sind kümmerlich. Am 20. August treten alle Töpfe ziemlich gleichmässig in die Blüte; am 25. zeigen alle Pflanzen volle Blüte, und sie werden geerntet. Die Resultate ergibt wieder die folgende Tabelle. Zur Bestimmung des Stickstoffs in den geringer geernteten Pflanzenmengen musste die von Pregl[1]) ausgearbeitete Mikromethode herangezogen werden.

Tabelle 7.

Topf Nr.	Geerntetes Pflanzenmaterial						Stickstoffgehalt				
	Frische Pflanzen g	Lufttrockene Pflanzen g	Trockensubstanz %	Geerntete Tr.-Substanz g	Mittel g	Mehrertrag g	N in der lufttr. Subst. %	N in der Tr.-Substanz %	Pro Topf geernteter N g	Mittel g	Mehrertrag g
705	12.5	1.74	86.80	1.51	1.65 ± 0.14		2.282 2.287	2.631	0.0397	0.0437 ± 0.0040	
708	13.4	1.99	89.48	1.78			2.503 2.506	2.679	0.0477		
713	135.0	14.56	90.43	13.18	13.18	+11.53 ± 0.14	4.391 4.408	4.865	0.6412	0.6412	+ 0.5975 ± 0.0040
557	12.1	1.79	86.54	1.55	1.59 ± 0.04		2.581 2.577	2.980	0.0474	0.0439 ± 0.0035	
532	12.9	1.89	86.23	1.63			2.128 2.151	2.479	0.0404		
375	108.3	13.32	89.81	11.92	11.92	+10.33 ± 0.04	4.274 4.262	4.752	0.5664	0.5664	+ 0.5225 ± 0.0035
769	11.5	1.75	86.11	1.51	1.60 ± 0.09		2.198 2.184	2.544	0.0384	0.0413 ± 0.0029	
722	13.0	1.94	88.39	1.70			2.312 2.289	2.603	0.0442		
744	153.2	14.01	96.46	13.50	13.50	+11.90 ± 0.09	4.421 4.394	4.568	0.6167	0.6167	+ 0.5754 ± 0.0029

Die Tabelle zeigt, dass der Ernteertrag wiederum erheblich abgenommen hat, mit Ausnahme der mit N gedüngten Töpfe. Auch dieser Vegetationsversuch zeigt keine fördernde Wirkung des Bakteriennährpräparates. Stellt man die im Laufe der

[1]) Pregl, Die quantitative organische Mikroanalyse. Berlin 1917, Verlag von Julius Springer.

3 Vegetationsperioden pro Topf geernteten Pflanzenmengen, berechnet auf geerntete Trockensubstanz, zusammen, so ergibt sich die folgende, ganz lehrreiche Tabelle. Sie zeigt, dass im grossen ganzen, einerlei ob der Topf Bakteriendünger erhielt oder nicht, überall das gleiche geerntet wurde sowohl an Pflanzenmaterial als auch an Stickstoff in diesem; die Unterschiede liegen ganz und gar innerhalb der wahrscheinlichen Schwankungen.

Tabelle 8.

	Geerntete Pflanzen			Geernteter Stickstoff		
	Ungedüngt	12.5 g Bakteriendünger	25.0 g Bakteriendünger	Ungedüngt	12.5 g Bakteriendünger	25.0 g Bakteriendünger
I. Vegetation	6.05 ± 0.125	5.87 ± 0.29	6.11 ± 0.27	0.1370 ± 0.0018	0.1206 ± 0.0006	0.1307 ± 0.0028
II. Vegetation	2.36 ± 0.13	2.42 ± 0.26	2.40 ± 0.33	0.0512 ± 0.0012	0.0538 ± 0.0046	0.0603 ± 0.0031
III. Vegetation	1.65 ± 0.14	1.59 ± 0.04	1.60 ± 0.09	0.0437 ± 0.0040	0.0439 ± 0.0035	0.0413 ± 0.0029
Summa	10.06 ± 0.227	9.88 ± 0.392	10.11 ± 0.435	0.2319 ± 0.0049	0.2183 ± 0.0057	2.323 ± 0.0051

Die produzierte Pflanzenmenge geht in jeder neuen Vegetationsperiode zurück, im Mafse, wie der im Boden vorhandene und der durch die Düngung selbst zugefügte N verbraucht wird. Dieses Nachlassen der Pflanzenproduktion ist das sicherste Zeichen für die Wirkungslosigkeit des Düngers.

Hätte durch die Düngung eine günstige Wirkung auf die N-Assimilation der Bodenbakterien stattgefunden, so hätte auf diesen Töpfen die produzierte Pflanzenmenge sich nicht so vermindern dürfen wie auf den ungedüngten; denn durch die Bakterientätigkeit wären immer geringere Mengen an assimilierbarem N dem Boden zugeführt und die Pflanze hätte nicht unter derartigem N-Mangel gelitten. Dass diese geringe Entwicklung nur auf einen Mangel an assimilierbarem N zurückzuführen ist, zeigen deutlich die mit N gedüngten Töpfe Nr. 375, 713 und 744 im 3. Versuch. Durch die Düngung mit $NaNO_3$ steigt der Ertrag erheblich und ist ebenso gross bezw. grösser als in den 3 Perioden zusammen auf den N freien Töpfen.

Als Resultat des Vegetationsversuchs ergibt sich, dass das Präparat als Stickstoffdünger unbrauchbar ist. Die Behauptung, dass das Präparat durch Anregung der Bodenbakterien dem Boden Stickstoff zuführt, ist nach den mitgeteilten Versuchen hinfällig. Nicht die geringste Wirkung wurde ungedüngten Töpfen gegenüber erreicht. Als Stickstoffwirkung kommt dem Präparat nur der in ihm enthaltene N zugute, eine Menge, die für praktische Fälle viel zu gering ist.

Dass dem Präparat hin und wieder eine günstige Düngewirkung zukommt, soll nicht bestritten werden; doch beruht diese m. E. noch nicht auf dem Stickstoff, sondern sie ist die Folge des hohen Kalkgehaltes; eine Wirkung, die man viel billiger und besser durch Düngung mit $CaCO_3$ bezw. Gips erreichen dürfte.

IV. Prüfung des Präparates im Kulturversuch.

Da nach den Anpreisungen durch das Präparat eine bessere Ernährung der Bakterien und dadurch ihre erhöhte Wirkung im Boden bewirkt werden soll, so müsste das Präparat auch diese Fähigkeit im bakteriologischen Kulturversuch zeigen. Eine Erhöhung der Bakterientätigkeit zeigt sich natürlich in einer Erhöhung der Menge ihrer Stoffwechselprodukte; bestimmt man das aus einer Peptonlösung durch die Bakterien abgespaltene NH_3, so musste diese Zahl ein Mass für die Bakterientätigkeit ergeben, ein Verfahren, das von Remy, Ehrenberg und anderen zur Beurteilung von Böden angewandt wurde. Der Versuch wurde in der Weise durchgeführt, dass in eine Anzahl Kölbchen 10 g Boden und 50 ccm einer 1 %igen Peptonlösung gefüllt wurde. Zu dieser Grundlösung wurden dann die auf ihre fördernde Wirkung zu prüfenden Stoffe gegeben und das ganze sterilisiert. Vergleichsweise sollte die Wirkung des Bakterienpräparates, guter Komposterde, reiner $CaCO_3$, Mischungen dieser drei und unter Zusatz von Kali und Phosphat geprüft werden. Ein Teil der Kölbchen blieb steril, die andern wurden durch Zusatz einer Aufschwemmung in reiner Gartenerde geimpft und der Fäulnis überlassen.

Die Kölbchen wurden am 2. Juni vorbereitet und zwei Stunden im strömenden Dampf sterilisiert. Die Sterilisation wurde am 3. und 4. Juni wiederholt. Am 4. Juni nachmittags 4 Uhr wurden die Kölbchen 1—9 mit je 2 ccm einer Erd-

aufschwemmung geimpft. Als Impferde diente eine Mischung von guter Gartenerde und Kompost im Verhältnis von 4 : 1. 10 g der Mischung wurden mit 100 ccm Wasser aufgeschüttelt und nach Absetzen der gröbsten Teile (Absetzzeit 3 Minuten) die trübe Flüssigkeit zur Impfung benutzt. Die Kolben blieben mit Watteverschluss im Laboratorium bei einer mittleren Temperatur von 19—20° stehen. Am 8. Juni morgens 8 Uhr wurde der Inhalt der Fäulniskölbchen mit 300 ccm H_2O in die Destillierkolben überspült und nach Zusatz von je 5 g frisch geglühter Magnesia das gebildete NH_3 bestimmt.

Durch die Untersuchung der sterilen Kölbchen lernt man die aus der Nährflüssigkeit allein durch Magnesia abgespaltene NH_3-Menge kennen. Durch Subtraktion dieser von der im zugehörigen, geimpften Kölbchen gefundenen NH_3-Menge lernt man die durch die Bakterien gebildete Menge kennen, und erhält so Zahlen, die vergleichbar sind. Die gewonnenen Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

(Siehe die Tabelle 9 auf S. 225.)

Ebenso wie sämtliche vorhergehenden Versuche zu einem negativen Resultate führten, ergab auch eine Prüfung des Präparates als Nährsubstrat für die Bodenbakterien ein gänzlich negatives Resultat. Wie die Tabelle lehrt, bewirkt ein Zusatz des Nährpräparates zu sterilem Boden — Pepton — keine erhebliche Besserung der Nährkraft der Lösung. Im Gegenteil verursacht ein grösserer Zusatz eine Schädigung der Bakterientätigkeit.

Gegen diesen Versuch könnte man einwenden, dass sich das Präparat, im natürlichen Boden verteilt, ganz anders und erheblich besser verhält. Eine Prüfung dieser Frage wurde auch vorgenommen. Das Resultat war, wie anzunehmen war, ein gänzlich negatives.

Als Versuchsmaterial diente der Boden der Auswaschzylinder, der am 5. Mai gedüngt war. Am 13. Juni wurden von jedem Zylinder 100 g Boden unter Innehaltung der nötigen Vorsichtsmassregeln mit sterilen Instrumenten entnommen und in sterile Gefässe gefüllt. 10 g Boden, auf Trockensubstanz berechnet, wurden möglichst schnell mit 50 ccm Peptonlösung (1 %) übergossen und 2 Tage der Fäulnis überlassen. Bei einigen Proben wird die Einwirkung von $CaCO_3$ geprüft.

Tabelle 9.

Nr.	Füllung der Kölbchen	Gesamte NH_3-Menge in Milligramm	Mittel und wahrscheinliche Schwankung	Durch Bakterien gebildet	Aussehen der Kulturen
1	10 g Boden, 50 ccm Pepton	30.71 — 30.19 — 30.03	30.47 ± 0.189	27.14 ± 0.201	Kölbchen 1—8 zeigen alle dasselbe Bild. Flüssigkeit ist stark getrübt, auf ihr schwimmen Häutchen und Gasblasen. Ein starker Fäulnisgeruch ist vorhanden.
2	10 g Boden, 50 ccm Pepton, 0.5 g Kompost	31.22 — 31.56 — 30.88	31.22 ± 0.135	27.38 ± 0.157	
3	10 g Boden, 50 ccm Pepton, 0.5 g Kompost, 0.1 g $CaCO_3$	27.30 — 26.78 — 29.68	27.92 ± 0.705	23.91 ± 0.749	
4	10 g Boden, 50 ccm Pepton, 0.5 g Bakteriendünger	29.00 — 31.05 — 30.88	30.31 ± 0.583	26.30 ± 0.590	
5	10 g Boden, 50 ccm Pepton, 0.25 g Bakteriendünger	32.76 — 32.24 — 31.39	32.13 ± 0.291	28.46 ± 0.302	
6	10 g Boden, 50 ccm Pepton, 0.1 g KCl + 0.1 g $CaHPO_4$	30 54 — 31.56 — 31.39	31.16 ± 0.249	27.83 ± 0.268	
7	10 g Boden, 50 ccm Pepton, 0.1 g KCl, 0.1 g $CaHPO_4$, 0.5 g Bakteriendünger	27.30 — 31.05 — 29.17	29.17 ± 0.946	25.16 ± 0.980	
8	10 g Boden, 50 ccm Pepton, 0.1 g KCl, 0.1 g $CaHPO_4$, 0.25 g Bakteriendünger	32.41 — 33.27 — 32.93	32.87 ± 0.183	29.20 ± 0.199	
9	50 g Pepton	4.27 — 3.58	3.93 ± 0.34	3.5 ± 0.348	Flüssigkeit schwach getrübt, schwacher Geruch.
10	10 g Boden, 50 ccm Pepton	3.41 — 3.24	3.33 ± 0.08	0	Sterile Kölbchen; Flüssigkeit ist in allen Kölbchen mehr oder weniger klar, Fäulnisgeruch ist nicht wahrnehmbar.
11	10 g Boden, 50 ccm Pepton, 0.5 g Kompost	3.75 — 3.92	3.84 ± 0.08	0	
12	10 g Boden, 50 ccm Pepton, 0.5 g Bakteriendünger	4.09 — 3.92	4.01 ± 0.08	0	
13	50 ccm Pepton	0.51 — 0.34	0.43 ± 0.08	0	

Tabelle 10.

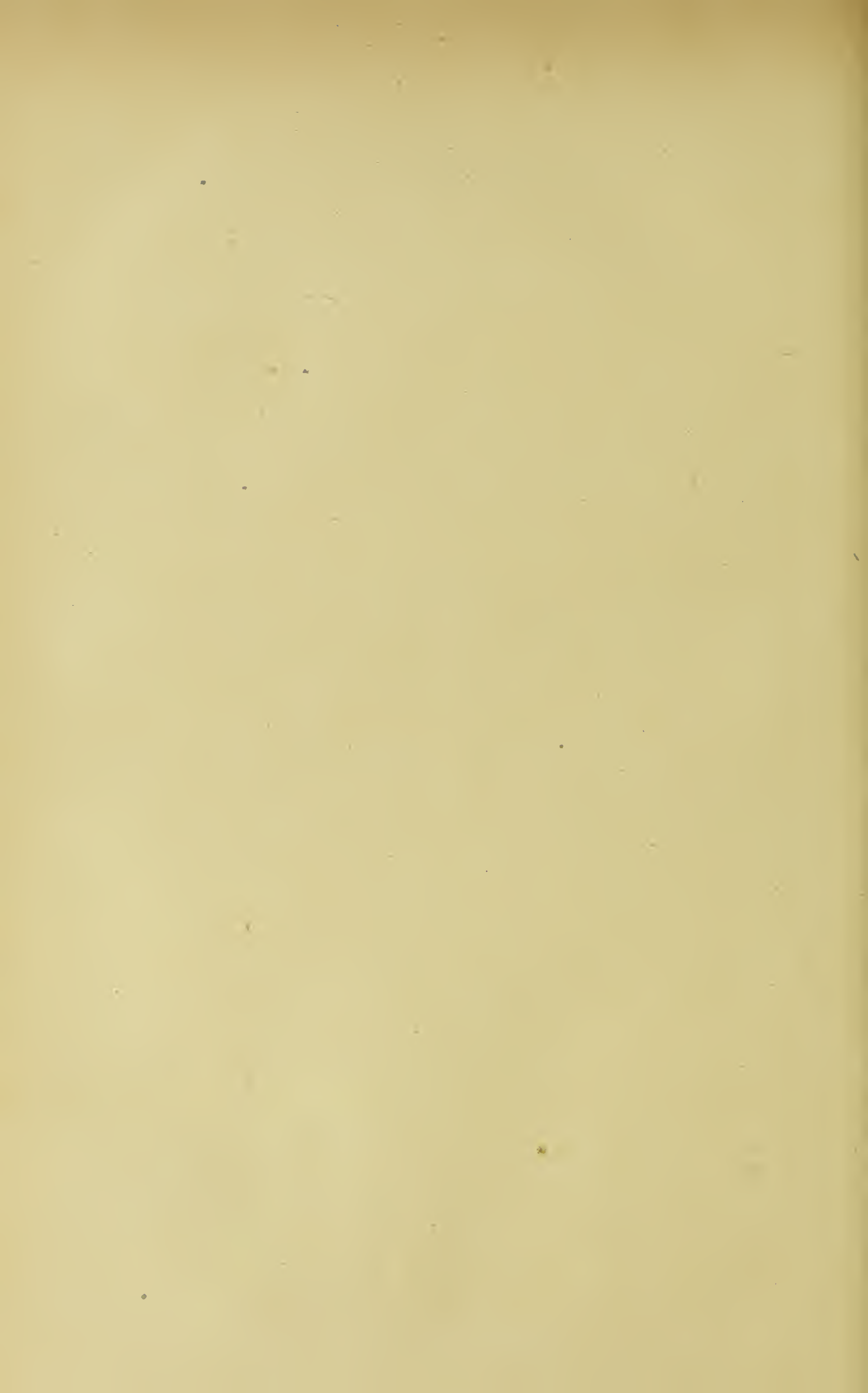
Bodenprobe		Trockensubstanz %	Abgewogene Bodenmenge g	Füllung der Kölbchen	Gefundene NH_3-Menge	Mittel	Durch Bakterien gebildetes NH_3
Lehm	Zyl. I	72.51 72.53	13.79	50 ccm Pepton (1 %), 13.79 g Boden	21.30 22.18 20.62	21.37 ± 0.32	20.45 ± 0.967
	Zyl. II	73.59 73.62	13.59	50 ccm Pepton, 13.59 g Boden	19.58 19.84 17.75	19.06 ± 0.52	17.88 ± 0.52
	Zyl. II	73.59 73.62	13.59	50 ccm Pepton, 13.59 g Boden, 0.1 g $CaCO_3$	19.58 20 88 19.05	19.84 ± 0.42	18.88 ± 0.43
Sand	Zyl. III	95.40 95.38	10.48	50 ccm Pepton, 10.48 g Boden	6.53 6.26 6.53	6.44 ± 0.07	5.15 ± 0.07
	Zyl. IV	96.48 96.52	10.36	50 ccm Pepton, 10.36 g Boden	5.74 5.74 7.04	6.17 ± 0.34	5.42 ± 0.36
	Zyl. IV	96.48 96.52	10.36	50 ccm Pepton, 10.36 g Boden, 0.1 g $CaCO_3$	10.44 6.53 9.14	8.70 ± 0.87	7.63 ± 0.87
Zyl. I		72.51 72.53	13.79	50 ccm Pepton, 13.79 g Boden, 1 ccm Toluol	1.04 0.79	0.915 ± 0.125	
Zyl. II		73.59 73.62	13.59	50 ccm Pepton, 13.59 g Boden, 1 ccm Toluol	1.21 1.15	1.18 ± 0.03	
Zyl. II		73.59 73.62	13.59	50 ccm Pepton, 13.59 g Boden, 0.1 g $CaCO_3$, 1 ccm Toluol	1.06 0.86	0.96 ± 0.10	
Zyl. III		95.40 95.38	10.48	50 ccm Pepton, 10.48 g Boden, 1 ccm Toluol	1.29 1.29	1.29 ± 0	
Zyl. IV		96.48 96.52	10.36	50 ccm Pepton, 10.36 g Boden, 1 ccm Toluol	1.07 1.07	1.07 ± 0	
Zyl. IV		96.48 96.52	10.36	50 ccm Pepton, 10 36 g Boden, 0.1 g $CaCO_3$	0.43 0.40	0.415 ± 0.015	

Es ergibt sich die folgende Versuchsanordnung: 1. Boden, der mit dem Bakterienpräparat gedüngt ist (Zyl. I und III), 2. Boden ohne Bakterienpräparat (Zyl. II und IV), 3. Boden ohne Bakterienpräparat aber nach Zusatz von 0.1 g $CaCO_3$ (Zyl. II und IV plus 0.1 g $CaCO_3$). Um die ohne Bakterientätigkeit aus dem Boden bezw. der Nährlösung abgespaltenen NH_3-Mengen kennen zu lernen, wird dieselbe Reihe noch einmal angesetzt, aber die Kolben sterilisiert. Um den Fehler auszuschliessen, der durch eine NH_3-Bildung aus den Lösungen durch Erhitzen entstehen könnte, wurde die Sterilisation durch Zusatz von einigen Kubikzentimetern Toluol bewirkt. Der Faulversuch begann am 13. Juni morgens 8 Uhr, die Destillation der Kolben erfolgte im Laufe des 15. Juni. Die erhaltenen Resultate ergibt die Tabelle 10 (s. S. 226).

Die Tabelle ergibt die gefundenen NH_3-Mengen in Milligramm, sie zeigt, dass die Unterschiede in der NH_3-Produktion der verschiedenen Versuchsproben nicht gross sind und innerhalb der dreifachen Schwankung des Mittels liegen. Zylinder I zeigt ja eine etwas grössere Peptonspaltung, die sich aber durch den $CaCO_3$-Gehalt des Präparates erklären lässt; denn auch Zylinder II ergibt nach Zusatz von $CaCO_3$ eine erhöhte Peptonspaltung. Die Böden von Zylinder III und IV spalten Pepton gleich stark; etwas stärker noch als die Düngung mit dem Bakterienpräparat wirkt hier eine Kalkung. Ein Vergleich der peptonspaltenden Fähigkeit der Zyl. I und II einerseits, mit der der Zyl. III und IV andererseits ergibt, dass Lehm-Pepton 3—4 mal stärker spaltet als Sand, eine Beobachtung, die fast immer bei derartigen Versuchen gemacht wird.

Zusammenfassung.

1. Eine genaue Untersuchung hat die absolute Wirkungslosigkeit des Präparates ergeben.
2. Eine Vermehrung des Stickstoffgehaltes im Boden tritt unter dem Einfluss des Bakterienpräparates nicht ein.
3. Als Stickstoffdünger wirkt das Präparat im Vegetationsversuch nicht im geringsten.
4. Das Präparat wirkt nicht fördernd auf die Bakterientätigkeit ein, weder im Boden noch in Nährlösungen, etwaige günstige Wirkungen sind dem $CaCO_3$-Gehalt zu verdanken.



Pflanzenanalyse und Düngerbedürfnis des Bodens.

Von

Dr. MÜNTER-Halle.

Der Agrikulturchemie fehlt es an einer schnellen und sicheren Methode, das Düngerbedürfnis eines Bodens festzustellen. Zwar kann die chemische Bodenanalyse Anhaltspunkte geben, welcher Nährstoff fehlt, welcher genügend vorhanden ist, welcher schwer löslich ist; wie der Landwirt düngen soll, vermag sie nicht festzustellen. Ratsamer ist es daher, die Pflanze selbst entscheiden zu lassen. Dafür kommt vor allen der Düngungsversuch in Betracht. Dieser beansprucht nun aber eine Vegetationsperiode Zeit. Im allgemeinen ist er auch für die Praxis zu umständlich, da gemessen werden muss und der Wage ein wichtiges Amt zufällt. Deshalb hofft der Landwirt immer wieder auf die Pflanzenanalyse als Rettung. Der Versuch, diese Methode für die Erkennung der Düngerbedürftigkeit eines Bodens anzuwenden, ist verschiedentlich unternommen worden. Wenn auch Fortschritte auf diesem Gebiete gemacht sind, so waren sie doch zu ungenügend, um eine Arbeitsmethode für den Agrikulturchemiker abzugeben. Der Landwirt verlangt eine klare Antwort, welcher Dünger im Boden fehlt, welcher genügend vorhanden ist. Dies vermögen aber die bisherigen Resultate auf dem Forschungsgebiete der Pflanzenanalyse nicht anzugeben. Wohl sind Grenzwerte von den hauptsächlichsten Nährstoffen in der Pflanze festgestellt worden. Liegt nach Analysenbefund der Prozentgehalt tiefer, soll betreffender Dünger im Boden fehlen, liegt der gefundene Wert höher, sei er in genügendem Maſse vorhanden. Aber der erfahrene Agrikulturchemiker weiss, dass diese Anhaltspunkte ihm wenig nützen, denn die Zahlen können stimmen, brauchen es aber nicht. Auf so unsichere

Grundlagen hin kann kein Urteil abgegeben werden. Aus solchen Gründen halten die meisten Forscher die Pflanzenanalyse für unbrauchbar zur Erkenntnis des Düngerbedürfnisses. Immerhin finden sich Stimmen, welche auf Grund ihrer Versuche sich nicht ganz ablehnend verhalten.

Bei den meisten Untersuchungen über die Pflanzenanalyse fällt es auf, dass dieselben nur das Pflanzenmaterial eines Jahres verarbeiten oder vergleichen. Dies ist nicht angängig. Der Einfluss der Witterung verschiedener Jahre auf die Vegetation der Pflanze ist oft grösser als die Wirkung der Düngung. Aus diesem Grunde war es nötig, die Analysen mehrere Jahre zu vergleichen, um den Witterungsfaktor bei der Beurteilung der Nährstoffprozente der Pflanzen möglichst ausschalten zu können.

Für solche Untersuchungen eignet sich nun der im Jahre 1902 angelegte Dauerdüngungsversuch[1]) der Versuchswirtschaft Lauchstedt ausgezeichnet. Dieser umfasst 4 Gruppen von je 24 Parzellen à 500 qm gross. Die einzelnen Parzellen 1—24 liegen von West nach Ost aneinandergereiht, je 10 × 50 m, die Gruppen von Nord nach Süd, durch Wege getrennt. Die Vierteilung beruht auf der Fruchtfolge Rüben, Gerste, Kartoffeln, Winterweizen, so, dass stets ein Plan des Versuches mit einer der Früchte bestellt ist. Von den 24 Parzellen erhalten nun zu jeder Hackfrucht die Parzellen 1—6 300 dz Stalldünger, 7—12 200 dz Stalldünger pro Hektar, so dass zur nachfolgenden Getreidefrucht die Nachwirkung festgestellt werden kann. Den Parzellen 13—24 wird nur Mineraldüngung verabfolgt. Die spezielle Düngung ist folgende:

	I		II	III	IV	Mineraldünger
300 dz Stalldünger	1	200 dz Stalldünger	7	13	19	$N + P_2O_5 + K_2O$
	2		8	14	20	$N + P_2O_5$
	3		9	15	21	$N + K_2O$
	4		10	16	22	N
	5		11	17	23	$P_2O_5 + K_2O$
	6		12	18	24	Ungedüngt

[1]) SCHNEIDEWIND, Siebenter Bericht der Versuchswirtschaft Lauchstedt, 1910, S. 11.

Die Stickstoffdüngung betrug während der Jahre 1913 bis 1917 zu Zuckerrüben bei den Abteilungen I, II und IV 60 kg Stickstoff auf 1 ha, bei der Abteilung III 90 kg Stickstoff. Die Kartoffeln erhielten auf den Abteilungen I, II und IV 20 kg, Abteilung III 40 kg Stickstoff. Zu Gerste und Weizen wurden bei I, II und IV 20 kg, bei III 40 kg Stickstoff verabfolgt. Kartoffeln, Gerste und Weizen erhielten den Stickstoff als Ammonsalz, die Zuckerrüben als Salpeter.

Die Kali- und Phosphorsäuregaben waren in allen Abteilungen gleich. Sie betrugen zu Zuckerrüben und Kartoffeln 100 kg P_2O_5 und 120 kg K_2O auf 1 ha, zu Gerste und Winterweizen 50 kg P_2O_5 und 80 kg K_2O auf 1 ha. Die Phosphorsäure wurde in Form von Superphosphat, das Kali in Form von 40 %igem Kalisalz gegeben.

Für die hier vorliegenden Untersuchungen sind die Parzellen 1, 6 und 13—18 der Früchte Kartoffeln, Weizen, Rüben und Gerste ausgewählt, um bei den Analysen die möglichst extremsten Unterschiede zu erhalten. Wenn die Ergebnisse von diesen Parzellen, welche seit 1902 einseitig gedüngt wurden, keine klaren Unterschiede ergeben, ist mit einer Brauchbarkeit der Pflanzenanalyse in der Praxis kaum zu rechnen.

Der Boden des Versuchsfeldes ist humoser Lösslehm diluvialen Ursprungs bester Beschaffenheit, welcher in der Ackerkrume schon nicht kalkarm ist, dessen Kalkgehalt im Untergrunde mit grösserer Tiefe zunimmt, so dass unter dem Lösslehmboden von 1 m Tiefe ab ein Lössmergel mit ca. 15—18 % kohlensaurem Kalk steht. Die mechanische Beschaffenheit ist ausserordentlich günstig und von grosser Gleichmässigkeit. Eine Anzahl Bodenanalysen von dem zum Versuch benutzten, sowie den benachbarten Plänen schwanken zwischen folgenden Zahlen:

	31.5 cm Tiefe %	63 cm Tiefe %
Über 1 mm	0.2—0.6	0.2—1.5
„ 0.5 mm	0.1—0.2	0.1—0.7
„ 0.2 mm	0.5—0.7	0.4—0.5
Feinsand	14.6—20.2	14.6—17.1
Staubsand	62.7—70.4	64.9—69.1
Abschlämmbare Teile	13.5—15.9	13.1—17.9

Die chemische Analyse der Parzellen 13—18 erfolgte bereits 1910. Auch die Untersuchungen der Pflanzen wurden in diesem Jahre begonnen, mussten aber bis 1913 unterbrochen werden. Zur Bodenanalyse wurden 100 g Erde mit 200 ccm 10 %iger Salzsäure 3 Stunden auf kochendem Wasserbade diggeriert.

	N %	CaO %	MgO %	K_2O %	P_2O_5 %
Parz. $N + P_2O_5 + K_2O$	0.17	0.64	0.45	0.38	0.12
„ $N + P_2O_5$ . . .	0.16	0.66	0.45	0.35	0.11
„ $N + K_2O$ . . .	0.16	0.62	0.40	0.38	0.10
„ N	0.16	0.65	0.42	0.37	0.09
„ $P_2O_5 + K_2O$ . .	0.15	0.65	0.46	0.37	0.13
„ Ohne Düngung .	0.15	0.68	0.42	0.38	0.10

Eine Analyse des benachbarten Schlages, auf dem keine Versuche durchgeführt werden, der also normal gedüngt wurde, gab im Herbst 1917 folgende Zahlen:

Salzsäure-auszüge (Zahlen %)	10 %ig kalt — 48 Stunden stehen	25 %ig kalt — 48 Stunden stehen	10 %ig 3 Stunden auf dem Wasserbade	10 %ig 1 Stunde auf der Flamme	25 %ig 2 Stunden auf dem Wasserbade
Kieselsäure .	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Eisen	1.14	1.96	2.28	2.20	3.00
Tonerde . . .	0.38	0.90	3.06	3.11	2.85
Kalk	0.62	0.66	0.68	0.64	0.64
Magnesia . . .	0.26	0.33	0.51	0.49	0.52
Kali	0.19	0.21	0.31	0.39	0.40
Phosphorsäure .	0.13	0.20	0.20	0.20	0.18

Der Stickstoff des Lauchstedter Bodens ist als gut zu bezeichnen. Wenn auch die Gesamtstickstoffanalyse nur geringe Unterschiede zwischen den einzelnen Parzellen zeigt, so lohnt doch eine Stickstoffdüngung vor allem zu Rüben. So wurden folgende Mengen an absoluter Trockensubstanz geerntet (dz pro 1 ha):

Zuckerrübenwurzeln und Kraut.

Düngung	1913	1914	1915	1916	1917
N	114.96	98.85	160.10	121 2	167.4
Ohne Düngung . . .	77.13	74 65	105.72	79.3	132.5
Durch N mehr:	37.83	24.20	54.38	41.9	34.9

Auch das Getreide hat sich für Stickstoff dankbar erwiesen.

Kalk- und Magnesiagehalt sind so hoch, dass eine Düngung nicht in Frage kommt.

Der Kaligehalt ist ebenfalls gut. Obwohl nach der Analyse die einzelnen Parzellen kaum einen Unterschied aufweisen, ist die Reaktion von kalibedürftigen Pflanzen auf eine Düngung doch stark. So wurden an Trockensubstanz durch die Kartoffel Knollen geerntet (dz pro ha):

Düngung	1913	1914	1915	1916	1917
$N + K_2O$	16.56	40.26	35.66	41.6	51.5
N	12.35	21.76	19.28	20.0	32.1
Durch Kali mehr:	4.21	18.50	16.38	21.6	19.4

Auch der Weizen ist meist für eine Kalidüngung dankbar.

Der Phosphorsäuregehalt, welcher auf den einzelnen Parzellen gering verschieden ist, kann als mittel bezeichnet werden. Getreide und Kartoffeln reagieren mittel auf eine Phosphorsäuredüngung. Die Zuckerrübe erhöht nur die Trockensubstanzmenge der Wurzeln, nicht des Krautes durch eine Phosphorsäuredüngung, obwohl der Prozentgehalt der Phosphorsäure auch in den Blättern starke Unterschiede zeigt. Die Trockensubstanzernten betrugen pro ha dz:

Rübenwurzeln.

Düngung	1913	1914	1915	1916	1917
$N + P_2O_5$	82.58	98.54	108.28	90.7	132.4
N	63 59	56.76	96.08	81.2	125.5
Mehr durch P_2O_5:	18.99	41.78	12.20	9.5	6.9

Rübenkraut.

Düngung	1913	1914	1915	1916	1917
$N + P_2O_5$	50.10	43.02	61.01	49.2	42.2
N	51.37	42.09	64.02	40.0	41.9
Mehr oder weniger bei P_2O_5:	— 1.27	+ 0.93	— 3.01	+ 9.2	+ 0.3

Trotzdem also der Boden der chemischen Analyse nach an den hauptsächlichsten Nährstoffen reich versehen ist, sind

die Pflanzen für Düngungen dankbar. Der Boden ist demnach für die gewünschten Untersuchungen brauchbar.

Die Witterungsverhältnisse während der Jahre 1913 bis 1917 waren folgende:

Niederschlagsmengen in Millimeter.

	1913	1914	1915	1916	1917
Oktober des Vorjahres	18.8	37.2	52.9	83.1	38.3
November „ „	49.6	13.5	18.1	20.6	17.4
Dezember „ „	25 8	62.1	27.9	44 3	10.3
Oktober bis Dezember:	94.2	112.8	98.9	148.0	66.0
Januar	23.1	28.5	43.8	31.5	62.1
Februar	17.9	16.0	13.0	29.5	11.4
März	22.3	44.1	65.3	27.8	55.4
Januar bis März:	63.3	88.6	122.1	88.8	128.9
April	27.1	13.8	49.7	19.4	38.9
Mai	39.2	91.8	12.5	36.4	30.8
Juni	38.5	44.4	17.4	39.9	20.3
Juli	19.3	137.9	33.9	73 9	59.2
Mai bis Juli:	97.0	274.1	63.8	150.2	110.3
August	59.2	28.6	50.2	20.2	61.7
September	45.9	36.3	40.7	39.3	3.4
August bis September:	105.1	64.9	90.9	59.3	65.1
Summa des Erntejahres:	386.7	554.2	425.4	465.9	409.2

(Siehe ferner die Tabelle auf S. 235.)

Während der Hauptvegetationszeit fielen also in den einzelnen Jahren recht verschiedene Regenmengen, so 1914 vom Mai bis Juli 274.1 mm, 1915 nur 63.8 mm Regen. Dabei war 1914 der Mai kühl, 1915 Mai und Juni warm. Auch der Juni 1916 war kühl. Diese Unterschiede in Temperatur und Niederschlägen sind für die Untersuchungen sehr erwünscht.

Winterweizen.

Die Erträge an absoluter Trockensubstanz auf den einzelnen Parzellen während der Jahre 1913—1917 waren (Tab. 1, S. 236):

	1913				1914				1915				1916				1917			
	Luft-temperatur ° C.		Boden-temperatur früh ° C.		Luft-temperatur ° C.		Boden-temperatur früh ° C.		Luft-temperatur ° C.		Boden-temperatur früh ° C.		Luft-temperatur ° C.		Boden-temperatur früh ° C.		Luft-temperatur ° C.		Boden-temperatur früh ° C.	
	Max.	Min.	30 cm tief	60 cm tief	Max.	Min.	30 cm tief	60 cm tief	Max.	Min.	30 cm tief	60 cm tief	Max.	Min.	30 cm tief	60 cm tief	Max.	Min.	30 cm tief	60 cm tief
Oktober d. Vorj.	11.9	1.8	7.1	8.4	15.4	4.8	9.6	10.4	11.5	5.5	9.7	10.6	8.9	4.4	9.1	10.1	13.3	5.3	10.1	11.2
Novbr. „ „	5.6	1.5	4.5	6.1	10.0	3.8	7.1	8.0	6.2	1.6	5.7	7.5	4.6	— 0.7	4.2	6.2	8.0	1.1	6.2	7.6
Dezbr. „ „	6.6	1.6	3.4	4.5	4.2	0.6	4.2	5.8	6.8	1.1	4.1	5.4	6.4	0.8	3.1	4.5	4.5	— 0.4	3.1	4.7
Januar . . .	2.0	— 3.3	1.5	3.2	— 0.4	— 5.7	0.8	2.7	2.1	— 2.3	2.1	3.5	6.3	2.0	3.9	4.8	— 1.0	— 6.6	2.4	3.9
Februar . . .	5.6	— 1.8	1.7	2.9	8.1	0.1	1.4	2.4	4.6	2.6	1.3	2.4	4.3	— 2.8	2.0	3.4	— 2.8	— 9.7	0.3	1.4
März	12.4	2.4	3.9	3.9	9.3	1.8	4.8	4.9	5.3	— 0.6	3.2	3.6	7.6	1.0	3.7	3.9	2.7	— 2.4	0.9	2.0
April	14.3	2.4	7.1	7.8	16.3	3.6	9.1	8.0	12.3	2.3	6.2	5.7	14.6	2.9	8.3	7.3	9.1	0.9	4.9	4.8
Mai.	18.5	6.3	12.9	11.6	16.5	6.9	12.1	11.1	20.1	6.4	13.7	11.5	19.8	7.0	14.3	12.3	21 6	8.5	13.8	11.1
Juni	20.7	9.4	17.9	15.9	20.3	9.5	15.1	13.5	24.5	9.5	19.7	17.0	18.5	8.4	14.8	13.5	26.2	10.4	19.3	16.6
Juli	20.9	10.2	16.4	15 2	22.5	12 8	18.8	17.2	22.7	11.0	18.5	17.3	21.1	11.5	16.6	15.2	23.2	11 6	19 6	18.1
August . . .	21.1	9.6	16.5	15.5	24.1	11.4	18.7	17.1	21.2	11.4	17.2	16.6	22 5	11.4	17.9	16.6	23.0	12.7	18.1	17.5
September . .	18 8	7.2	14.4	14.3	19.2	7.5	15.2	15.4	18.1	6.5	13.3	13.7	17.9	6.5	14.0	14.1	21.9	8.7	15.8	15.4

Tabelle 1.

Trockensubstanzmengen in dz für 1 ha.

Düngung	1913	1914	1915	1916	1917
			Körner.		
Stallmist zur Vorfrucht, $N + P_2O_5 + K_2O$	40.45	38.30	38.49	26.82	34.54
Stallmist zur Vorfrucht	35.57	31.31	37.59	22.11	30.80
$N + P_2O_5 + K_2O$	37.29	30.87	32.93	22.82	32.89
$N + P_2O_5$	36.98	21.19	30.12	10.04	34.02
$N + K_2O$	36.93	24.19	34.08	16.24	29.82
N	34.78	16.12	30.57	7.64	28.58
$P_2O_5 + K_2O$	20.27	19.68	32.48	17.65	20.28
Ohne Düngung	21.72	18.69	23.72	8.84	22.25
			Stroh.		
Stallmist zur Vorfrucht, $N + P_2O_5 + K_2O$	55.61	66.56	56.73	49.06	49.45
Stallmist zur Vorfrucht	46.61	54.95	44.25	37.01	38.07
$N + P_2O_5 + K_2O$	48.90	52.31	38.81	37.47	44.26
$N + P_2O_5$	51.26	45.79	42.82	24.63	42.22
$N + K_2O$	49.01	48.33	40.91	30.40	36.22
N	49.17	37.50	36.46	18.28	38.67
$P_2O_5 + K_2O$	27.41	33.88	38.27	24.60	26.72
Ohne Düngung	28.32	34.39	26.27	17.08	33.01

Im Körnerertrag war 1913 das beste Jahr, in der Strohausbildung das feuchte Jahr 1914. Der Grund für die schlechte Ernte 1916 lässt sich aus der Witterung nicht genau erkennen. Der Juni dieses Jahres war kühl.

Kieselsäure.

Tabelle 2.

Kieselsäure im Weizenstroh.

Düngung	1913 %	1914 %	1915 %	1916 %	1917 %
(Stalldünger), $N + P_2O_5 + K_2O$	4.58	6.93	3.62	6.48	5.05
(Stalldünger)	5.69	6.28	3.72	5.83	5.86
$N + P_2O_5 + K_2O$	4.76	6.17	3.68	6.22	5.47
$N + P_2O_5$	4.02	5.20	3.31	5.86	4.82
$N + K_2O$	4.29	5.70	3.72	5.96	4.66
N	3.65	5.15	3.92	5.82	4.49
$P_2O_5 + K_2O$	8.17	7.68	4.40	7.97	7.26
Ohne Düngung	6.03	6.68	4.22	6.86	6.19

Düngung	1913	1914	1915	1916	1917
	kg Kieselsäure pro ha.				
(Stalldünger), $N + P_2O_5 + K_2O$	254.69	461.26	205.36	317.91	249.72
(Stalldünger)	265.21	345.09	164.61	215.77	223.09
$N + P_2O_5 + K_2O$	232.76	322.75	142.82	233.06	242.10
$N + P_2O_5$	206.07	238.11	141.73	144.33	203.50
$N + K_2O$	210.25	275.48	152.19	181.18	168.79
N	179.47	193.13	142.92	106.39	173.63
$P_2O_5 + K_2O$	223.94	260.20	168.39	196.06	193.99
Ohne Düngung	170.77	229.73	110.86	117.17	204.33

Klar hebt sich aus den Prozentzahlen hervor, dass eine Phosphorsäure- und Kalidüngung den Kieselsäuregehalt des Weizenstrohs erhöht, eine Stickstoffdüngung ihn erniedrigt. Daher enthält bei alleiniger Stickstoffdüngung das Stroh die geringsten Kieselsäuremengen, während die kombinierten Düngungen Mittelzahlen ergeben. In Jahren mit mittleren und guten Regenmengen nehmen die Pflanzen auf den mit $P_2O_5 + K_2O$ gedüngten Parzellen die grössten Mengen Kieselsäure auf, z. B. 1913 8.17 % SiO_2. Diese Zahl liegt höher als die von den ungedüngten Parzellen mit 6.03 % SiO_2. Durch eine Volldüngung wird der Gehalt noch etwas herabgedrückt, 4.76 % SiO_2. Fehlt die Phosphorsäure- oder Kalidüngung, sinkt der Prozentgehalt noch weiter (4.29 und 4.02 % SiO_2), um bei einer reinen Stickstoffdüngung bis auf 3.65 % zu fallen. Genau so verhalten sich die Jahre 1914, 1916 und 1917. Das Jahr 1915 war im Mai und Juni sehr trocken, es fielen nur 29.9 mm Niederschläge. Im allgemeinen trifft auch hier das Vorgesagte zu, obwohl der Kieselsäuregehalt sehr niedrig liegt. Dadurch verwischen sich die Unterschiede zwar, dennoch enthält die $P_2O_5 + K_2O$-Parzelle wieder den höchsten Kieselsäuregehalt.

Es lassen sich ferner Beziehungen der Kieselsäure zu Kalk und Magnesia feststellen, indem dem höchsten Kieselsäuregehalt niedrigster Kalk- und Magnesiagehalt, dem niedrigsten Kieselsäuregehalt höchster Kalk- und Magnesiagehalt entspricht.

	Düngung	1913	1914	1916	1917
SiO_2	N	3.65	5.15	5.82	4.49
	$P_2O_5 + K_2O$	8.17	7.68	7.97	7.26
CaO	N	0.60	0.40	0.56	0.50
	$P_2O_5 + K_2O$	0.32	0.21	0.29	0.29
MgO	N	0.24	0.13	0.21	0.21
	$P_2O_5 + K_2O$	0.17	0.05	0.10	0.10

Das Jahr 1915 macht wieder die Ausnahme, dass nicht die Pflanzen von der Stickstoff-, sondern von der $N + P_2O_5$-Parzelle den höchsten Kalk- und Magnesiagehalt besitzen.

Bei den Parzellen mit Stalldünger zur Vorfrucht tritt die gefundene Regelmässigkeit, im Gegensatz zum Gerstenstroh, nicht ein. Es ist nicht ausgeschlossen, dass sich hier ein Einfluss der Vorfrucht geltend macht, denn dem Weizen geht die Kartoffel vorher, welche relativ wenig Stickstoff gebraucht, der Gerste die stark zehrende Zuckerrübe.

Kalk.

Der Lauchstedter Boden, vor allem der Untergrund, enthält so viel Kalk, dass sich eine Düngung damit nicht verlohnt. Die Differenzen der Pflanzenanalysen beruhen also nicht auf Mangel an Kalk.

Tabelle 3.

Kalkgehalt der Weizenkörner.

Düngung	1913 %	1914 %	1915 %	1916 %	1917 %
Stalldünger z. Vorfrucht, $N + P_2O_5 + K_2O$	0.07	0.03	0.04	0.04	0.05
Stalldünger z. Vorfrucht	0.05	0.02	0.02	0.04	0.04
$N + P_2O_5 + K_2O$	0.05	0.03	0.03	0.04	0.05
$N + P_2O_5$	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05
$N + K_2O$	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04
N	0.08	0.06	0.05	0.08	0.08
$P_2O_5 + K_2O$	0.04	0.05	0.04	0.05	0.07
Ohne Düngung	0.04	0.04	0.04	0.06	0.05

Die Unterschiede an Kalk in den Weizenkörnern sind auf den einzelnen Parzellen nicht erheblich. Es lässt sich nur sagen, dass durch eine Düngung (ohne Kalk) der prozentische Kalkgehalt steigen oder fallen kann. Nur die alleinige Stickstoffdüngung hat den Kalkgehalt erhöht. Der Kalkgehalt in den Körnern ist zu gering, als dass die Witterung der einzelnen Jahre Unterschiede hervorriefe.

(Siehe die Tabelle 4 auf S. 239.)

Bedeutend grössere Mengen Kalk als in den Körnern befinden sich im Stroh. Wie schon bemerkt, enthält es im Gegensatz zur Kieselsäure gerade auf den Parzellen am meisten Kalk,

die am wenigsten Kieselsäure lieferten und am wenigsten Kalk auf den Stücken, welche die meiste Kieselsäure abgaben. So war bei $P_2O_5 + K_2O$-Düngung der Kalkgehalt am geringsten. Erniedrigte die alleinige Stickstoffdüngung den Kieselsäuregehalt am meisten, so erhöhte sie den Kalkgehalt am stärksten. Das trockne Jahr 1915 macht wieder eine Ausnahme, als in demselben die Parzelle $N + P_2O_5$ den höchsten Kalkgehalt zum niedrigsten Kieselsäuregehalt zeigt. Eine Stickstoffdüngung erhöht also den Kalkgehalt des Weizenstrohs, eine Phosphorsäuregabe verringert ihn wieder, noch mehr jedoch eine Kaligabe. Kommen beide Körper in einer Düngung vor, erniedrigt sie den Kalkgehalt am stärksten.

Tabelle 4.

Kalkgehalt des Weizenstrohs.

Düngung	1913 %	1914 %	1915 %	1916 %	1917 %
(Stalldünger), $N + P_2O_5 + K_2O$	0.40	0.25	0.33	0.33	0.33
(Stalldünger)	0.33	0.24	0.33	0.33	0.31
$N + P_2O_5 + K_2O$	0.34	0.21	0 32	0 29	0.27
$N + P_2O_5$	0.47	0.36	0.52	0.57	0.42
$N + K_2O$	0.41	0.23	0.34	0.32	0.30
N	0 60	0.40	0.46	0.56	0.50
$P_2O_5 + K_2O$	0.32	0.21	0.30	0.29	0 29
Ohne Düngung	0.36	0.29	0.38	0.52	0.31
kg CaO für 1 ha in der Ernte.					
(Stalldünger), $N + P_2O_5 + K_2O$	22.24	16.64	18.72	16.19	16.32
(Stalldünger)	15.38	13.19	14.60	12.21	11.80
$N + P_2O_5 + K_2O$	16.63	10.99	12.42	10.87	11.95
$N + P_2O_5$	24.09	16.48	22.27	14.07	11.73
$N + K_2O$	20.09	11.12	13.91	9.73	10.87
N	29.50	15.00	16.77	10.24	19.33
$P_2O_5 + K_2O$	8 77	7.11	11.48	7.13	7.75
Ohne Düngung	10.20	9.97	9.98	8.88	10.23

Wie stark die durch eine Stickstoffdüngung hervorgerufene Erhöhung des Kalkgehaltes wieder herabgedrückt wird, zeigt sich sogar in der Gesamtmenge Kalk, welche die Trockensubstanz auf 1 ha enthält.

(Siehe die obere Tabelle auf S. 240.)

Trotzdem in den Jahren 1914, 1915 und 1916 die Trockensubstanzmengen pro Hektar durch eine Kalidüngung noch be-

trächtlich gestiegen waren, verminderten sich doch die aufgenommenen Kalkmengen.

	1913		1914		1915		1916		1917	
	CaO kg	Trockensubstanz dz	CaO kg	Trockensubstanz dz	CaO kg	Trockensubstanz dz	CaO kg	Trockensubstanz dz	CaO kg	Trockensubstanz dz
Ohne . .	10.20	28.32	9.97	34.39	9.98	26.27	8.88	17.08	10.23	32.01
N . . .	29.50	49.17	15.00	37.50	16.77	36.46	10.24	12.28	19.33	38.67
$N + K_2O$	20.09	49.01	11.12	48.33	13.81	40.91	9.73	30.40	10.87	36.22

In Jahren mit feuchtem Mai und Juni scheint sich der prozentische Gehalt des Kalkes zu verringern. So enthielt das Stroh im Jahre 1914 bei 136.2 mm Regen im Mai und Juni im Durchschnitt der Parzellen 0.21—0.36 % CaO, in den trockneren Jahren 1915 bei 77.7 mm Niederschlägen zwischen 0.32 und 0.60 % CaO, 1916 bei 76.3 mm Regen 0.29—0.57 % CaO, 1917 bei 51.1 mm Niederschlägen zwischen 0.27 und 0.50 % CaO.

Magnesia.

Tabelle 5.

Magnesiagehalt der Weizenkörner.

Düngung	1913 %	1914 %	1915 %	1916 %	1917 %
(Stalldünger), $N + P_2O_5 + K_2O$	0.18	0.16	0.16	0.19	0.20
(Stalldünger)	0.16	0.15	0.16	0.18	0.19
$N + P_2O_5 + K_2O$	0.16	0.16	0.15	0.19	0.19
$N + P_2O_5$	0 16	0.19	0.18	0.16	0.18
$N + K_2O$	0.16	0.19	0.16	0.16	0.18
N	0.18	0.19	0.17	0.19	0.19
$P_2O_5 + K_2O$	0.17	0.18	0.16	0.18	0.19
Ohne Düngung	0.19	0.16	0.17	0.19	0.19

Der prozentische Magnesiagehalt der Körner schwankt so gering, dass die minimalen Unterschiede nicht in Betracht kommen.

Der Magnesiagehalt des Weizenstrohs zeigt eine deutliche Beeinflussung durch verschiedene Faktoren.

Tabelle 6.

Magnesiagehalt des Weizenstrohs.

Düngung	1913 %	1914 %	1915 %	1916 %	1917 %
(Stalldünger), $N + P_2O_5 + K_2O$	0.19	0.06	0.13	0.12	0.11
(Stalldünger)	0.17	0.05	0.14	0.14	0.13
$N + P_2O_5 + K_2O$	0.17	0.07	0.13	0.11	0.09
$N + P_2O_5$	0.20	0.12	0.20	0.20	0.19
$N + K_2O$	0.17	0.07	0.14	0.13	0.13
N	0.24	0.13	0.16	0 21	0.21
$P_2O_5 + K_2O$	0.17	0.05	0.11	0.09	0.10
Ohne Düngung	0.20	0.11	0.12	0.21	0.15
	kg MgO auf 1 ha in der Ernte.				
(Stalldünger), $N + P_2O_5 + K_2O$	10.57	3.99	7.37	5.89	5.44
(Stalldünger)	7.92	3.30	6.19	5.18	4.95
$N + P_2O_5 + K_2O$	8.31	3.66	5.05	4.12	3.98
$N + P_2O_5$	10 25	5.49	8.56	4.93	8.02
$N + K_2O$	8.33	3.38	5.73	3.95	4.71
N	11.80	4.87	5.83	3.84	8.12
$P_2O_5 + K_2O$	4.66	1.69	4.21	2.21	2.67
Ohne Düngung	5.66	3.78	3.15	3.59	4.95

Die Magnesia verhält sich zur Kieselsäure genau wie der Kalk. So erhöht eine Stickstoffdüngung den Magnesiagehalt des Weizenstrohs im Gegensatz zur Erniedrigung der Kieselsäuremenge in der Trockensubstanz.

Düngung	1913		1914		1915		1916		1917	
	MgO %	SiO_2 %	MgO %	SiO_2 %	MgO %	SiO_2 %	MgO %	SiO_2 %	MgO %	SiO_2 %
Ohne Düngung	0.20	6.03	0.11	6.68	0.12	4.22	0.21	6.86	0.15	6.19
Stickstoff	0.24	3.65	0.13	5.15	0.16	3.92	0.21	5.82	0.21	4.49

Eine Ausnahme macht wieder das trockne Jahr 1915, wo die $N + P_2O_5$-Parzelle den höchsten Magnesiagehalt zeigt, also gleichlaufend mit Kalk, entgegengesetzt der Kieselsäure, mit 0.18 % P_2O_5 und 3.31 % SiO_2.

Die Erhöhung des Magnesiagehaltes des Strohs durch die Stickstoffdüngung wird — genau wie beim Kalk — durch eine Beigabe von Phosphorsäure schwach oder gar nicht, durch Kali-

zusatz stark, durch vereinte Gabe beider Düngemittel so erheblich herabgesetzt, dass der Magnesiagehalt unter den des Strohs der ungedüngten Parzellen sinkt, im Durchschnitt der Jahre von 0.16 auf 0.10 % MgO. Die Prozentzahlen zeigen demnach deutlich, dass Kali den Magnesiagehalt stärker verringert, als die Phosphorsäure. Dies prägt sich auch sehr deutlich in der Gesamtmenge Magnesia in der Ernte aus, auch wenn die Erntemasse (Trockensubstanz) durch die Kalidüngung gestiegen ist.

Düngung	1913		1914		1915		1916		1917	
	MgO kg	Trocken-substanz dz	MgO kg	Trocken-substanz dz	MgO kg	Trocken-substanz dz	MgO kg	Trocken-substanz dz	MgO kg	Trocken-substanz dz
N	11.80	49.17	4.87	37.50	5.83	36.46	3 84	13.28	8.12	38.67
$N + K_2O$ . . .	8.33	49.01	3.38	48.33	5.73	40.91	3.95	30 40	4.71	36.22
$N + P_2O_5$ . . .	10.25	51.26	5 49	45.79	8.56	42.32	4.93	24.63	8.02	42 22
$N + P_2O_5 + K_2O$	8.31	48.90	3.66	52.31	5.05	38.81	4.12	37.47	3.98	44.26

Ein Vergleich von Kieselsäure, Kalk und Magnesia im Weizenstroh zeigt, dass die Prozentgehalte von Kalk und Magnesia gleich gerichtet verlaufen, der Gehalt der Kieselsäure entgegengesetzt. Eine Stickstoffdüngung vermehrt CaO und MgO, verringert SiO_2, eine Phosphorsäure- oder Stickstoffdüngung verringert CaO und MgO, vermehrt SiO_2. Diese Regelmässigkeit beim Weizenstroh (im Gegensatz zum Gerstenstroh) lässt sich jedoch für die Pflanzenanalyse nicht verwerten. Ein Verhältnis der Werte von $CaO + MgO : SiO_2$ bringt zwar bei den extremen Düngungen ($N : P_2O_5 + K_2O$) erhebliche Unterschiede, doch sind die Beziehungen dieser Körper im Stroh von anderen Parzellen während der 5 Jahre so unregelmässig, dass keine einfachen Gesetzmässigkeiten, z. B. für den Stickstoffbedarf des Bodens zu finden sind, weil die Witterungsverhältnisse der einzelnen Jahre einen zu starken Einfluss auf die Nährstoffaufnahme der Pflanzen ausüben.

Stickstoff.

Der im allgemeinen einflussreichste Pflanzennährstoff ist wohl der Stickstoff.

Tabelle 7.

Stickstoffgehalt der Weizenkörner.

Düngung	1913 %	1914 %	1915 %	1916 %	1917 %
(Stalldünger), $N + P_2O_5 + K_2O$	1.49	1.99	1.93	2.13	1.95
(Stalldünger)	1.43	2.00	1.87	2.12	1.84
$N + P_2O_5 + K_2O$	1.51	1.87	1.84	2.04	1.73
$N + P_2O_5$	1.75	2.15	1.90	2.13	1.91
$N + K_2O$	1.82	2.46	1.93	2.21	1.98
N	2.06	2.32	2.01	2.48	2.06
$P_2O_5 + K_2O$	1.28	1.62	1.47	1.88	1.56
Ohne Düngung	1.42	2.00	1.81	2.29	1.76

Aus dem Stickstoffgehalt der Körner lässt sich in keinem Jahre erkennen, ob der Bodenstickstoff für eine normale Ernte ausreichte, ob es den Pflanzen an Stickstoff fehlte. So enthielten im Jahre 1913 die Weizenkörner von der Parzelle, welche seit 1903 keine Stickstoffdüngung mehr bekam, 1.42 % N, von dem Teilstück, welchem im Jahre zuvor Stallmist, zu Weizen noch eine Volldüngung gegeben wurde, 1.49 % N. Der Unterschied ist also sehr gering. 1916 zeigte die ungedüngte Parzelle 2.29 % N in den Weizenkörnern gegen 2.13 % N bei Volldüngung und Stallmist zur Vorfrucht, sowie 2.04 % N bei reiner Mineralvolldüngung. Andere Jahre zeigen ähnliche Resultate. Es scheint also verfehlt, einfach vom prozentischen Stickstoffgehalt der Körner auf die Düngungsbedürftigkeit des Bodens schliessen zu wollen. Aber auch infolge der verschiedenen Niederschlagsmengen der einzelnen Jahre weichen die Stickstoffprozente der Körner voneinander ab. So ergibt die $K_2O + P_2O_5$-Parzelle 1916 1.88 % N in den Weizenkörnern, die Volldüngungsparzelle 1913 nur 1.51 % N, 1914 1.87 % N, 1915 1.84 % N, 1917 1.73 % N, die $N + P_2O_5$-Parzelle 1913 1.75 % N. Auf der ungedüngten Parzelle 1916 liegt der Stickstoffgehalt so hoch (2.29 % N), dass die meisten mit Stickstoff gedüngten Parzellen, event. alle Parzellen in einzelnen Jahren (1913, 1915, 1917) niedrigere Stickstoffprozente ergeben. Hier sind also die Ergebnisse der Pflanzenanalyse unbrauchbar.

Dass die mit $K_2O + P_2O_5$ gedüngten Parzellen trotz des niedrigeren Stickstoffgehaltes der Körner mehr Trockensubstanz ergeben haben, als die ungedüngten Parzellen, kann so erklärt werden, dass die Pflanze mit dem im Minimum anwesenden

Nährstoff am sparsamsten umgeht, andererseits nach dem Gesetz von JOULIE: „Wenn einer Pflanze während ihres Wachstums ein nützliches Element fehlt, so sammeln sich alle anderen an ihrer Zusammensetzung teilnehmenden Elemente in den Geweben in um so höherem Grade an, je mehr jenes fehlt."

Düngung	Summa Trocken-Subst. 1913—1917 dz	N-Prozente in den Körnern				
		1913	1914	1915	1916	1917
Ohne Düngung	95.22	1.42	2.00	1.81	2.29	1.76
$P_2O_5 + K_2O$	110.36	1.28	1.62	1.47	1.88	1.56

Die höchsten Prozente Stickstoff im Korn ergeben die Parzellen mit alleiniger Stickstoffdüngung. Man kann hier tatsächlich von einer Luxusaufnahme des Stickstoffs durch Weizenpflanzen reden. Wenn nicht in allen Jahren (wie 1913 mit 71 kg N) die pro Hektar geerntete Stickstoffmenge den Höchstertrag ergibt, so beruht dies auf der oft beträchtlich geringen Ernte.

Eine ziemlich durchgehend auftretende Gesetzmässigkeit sei noch erwähnt. In den Weizenkörnern wird der prozentische Stickstoffgehalt durch Kali schwach, durch Phosphorsäure stärker herabgedrückt. Gleiche Erscheinung zeigen auch der Roggen und die Gerste.

Ähnliche Ergebnisse wie die Körner liefert nun das Weizenstroh.

Tabelle 8. Stickstoffgehalt des Weizenstrohs.

Düngung	1913 %	1914 %	1915 %	1916 %	1917 %
(Stallmist), $N + P_2O_5 + K_2O$.	0.35	0.52	0.37	0.62	0.41
(Stallmist)	0.33	0.48	0.33	0 60	0.37
$N + P_2O_5 + K_2O$	0.36	0.48	0.35	0.55	0.35
$N + P_2O_5$	0.44	0.88	0.54	1.06	0.58
$N + K_2O$	0.47	0.73	0.42	0.82	0.43
N	0.58	0.94	0.52	1.14	0.64
$P_2O_5 + K_2O$	0 29	0.37	0.26	0.43	0.32
Ohne Düngung	0.39	0.66	0.38	0.95	0.48
kg N auf 1 ha in der Erntesubstanz.					
(Stallmist), $N + P_2O_5 + K_2O$.	19.46	34.61	20.99	30.42	20.27
(Stallmist)	15.38	26.38	14.60	22.21	14.09
$N + P_2O_5 + K_2O$	17.60	25.11	13.58	20.61	15.49
$N + P_2O_5$	22.55	40.30	23.12	26.11	24.49
$N + K_2O$	23.03	35.28	17.18	24.93	15.57
N	28.52	35.25	18.96	20.84	24.75
$P_2O_5 + K_2O$	7.95	12.54	9.95	10.58	8.55
Ohne Düngung	11.04	22.70	9.98	16.23	15 85

Wenn auch im allgemeinen das Stroh der Parzellen ohne Stickstoff die geringsten Prozente am Stickstoff enthält, so zeigen doch eine ganze Anzahl Analysen von den mit Stickstoff gedüngten Parzellen niedrigeren Stickstoffgehalt an. Scharf zeigt dies ein Vergleich der Parzellen ohne Düngung gegenüber den Teilstücken mit Volldüngung, mit Stallmist und Volldüngung, wo bei den ungedüngten Parzellen stets die höchsten Stickstoffgehalte zu finden sind.

Aber auch die Witterungsverhältnisse üben in den verschiedenen Jahren einen erheblichen Einfluss aus, der oft grösser ist als die durch die Düngung hervorgerufenen Unterschiede. So schwanken die Prozentzahlen folgendermassen:

Düngung	% N	Differenz %	Höchstzahl = 100, niedrigste Zahl =
Ohne Düngung	0.38—0.95	0.57	40
$K_2O + P_2O_5$	0.26—0.43	0 17	60
N	0.52—1.14	0.62	46
$N + K_2O$	0.42—0.82	0.42	51
$N + P_2O_5$	0.44—1.06	0.62	42
Volldüngung	0.35—0 55	0.27	64
(Stallmist)	0.33—0.60	0.27	55
Stallmist + Volldüngung	0.35—0.62	0.27	56

Hier sei nur vermerkt, dass die ungedüngte Parzelle im Jahre 1916 mit 0.95 % N — genau wie bei den Körnern — in manchen Jahren sämtliche Parzellen an Stickstoffgehalt im Stroh übertrifft, so 1913, 1914, 1915, 1916. Da muss wohl eine Pflanzenanalyse zur Bestimmung des Nährstoffbedürfnisses des Bodens aussichtslos erscheinen.

Der Stickstoffgehalt von den nur mit Stickstoff gedüngten Parzellen liegt wieder am höchsten. Es macht sich auch hier eine Luxusaufnahme bemerkbar. Im Gegensatz zu den Körnern drückt beim Stroh meist das Kali die Stickstoffprozente stärker herab als die Phosphorsäure.

Die $K_2O + P_2O_5$-Düngung vermindert wieder, wie bei den Körnern, den Stickstoffgehalt gegenüber den ungedüngten Parzellen, wobei der Trockensubstanzgehalt erhöht wird.

Düngung	1913 % N	1914 % N	1915 % N	1916 % N	1917 % N	Summa Trockensubst. dz
Ohne Düngung	0.39	0.66	0.38	0.95	0.48	139.07
$P_2O_5 + K_2O$	0.29	0.37	0.26	0.43	0.32	150.88

Der prozentische Durchschnittsgehalt der Nährstoffe auf diesen Parzellen während der untersuchten fünf Jahre ist folgender:

1913—1917	Düngung	N %	CaO %	MgO %	K_2O %	P_2O_5 %
Körner	$P_2O_5 + K_2O$	1.56	0.05	0.18	0.56	0.89
	ohne	1.86	0.05	0.18	0.60	0.81
Stroh	$P_2O_5 + K_2O$	0.33	0.28	0.10	0.99	0.25
	ohne	0.57	0.37	0.16	0.83	0.22

Deutlich zeigt sich, wie wenig eine Analyse der Körner für eine Betrachtung des Düngerbedürfnisses eines Bodens geeignet ist. Kalk und Magnesia sind gleich, Kali und Phosphorsäure geben nur geringe Unterschiede und der Stickstoff zeigt, trotzdem bei beiden Parzellen keine Düngung stattfand, 0.30 % Unterschied. Beim Stroh gibt die $P_2O_5 + K_2O$-Parzelle einen Minderprozentsatz an N, CaO und MgO an. Dies deutet aber nicht auf ein grösseres Düngerbedürfnis der $P_2O_5 + K_2O$-Parzelle hin, soweit dies den Stickstoffgehalt des Bodens betrifft, denn beide Parzellen sind seit 1903 nicht mehr mit Stickstoff gedüngt. Die in den Jahren 1903 bis 1912 durch Weizen, Zuckerrüben, Gerste und Kartoffeln (ohne Kraut) entnommenen Stickstoffmengen sind fast gleich, nämlich 3236.1 kg auf der $P_2O_5 + K_2O$-gegen 3189.5 kg N auf der ungedüngten Parzelle.

Die Durchschnittsprozentunterschiede beider Parzellen an Kali sind gering, an Phosphorsäure sehr gering, so dass aus den Prozentgehalten der Pflanzen an Nährstoffen allein nicht auf die Düngungsbedürftigkeit eines Bodens geschlossen werden kann.

Noch eine kurze Betrachtung der Gesamtnährstoffmengen dieser beiden Parzellenarten. Auch sie zeigen, dass die Pflanze haushälterisch mit ihren Nährstoffen umzugehen sucht und aus ihnen möglichst viel Substanz zu produzieren trachtet.

(Siehe die obere Tabelle auf S. 247.)

Auf eine nähere Betrachtung dieser Zahlen soll erst eingegangen werden, wenn sämtliche Fruchtfolgen während der Jahre 1913—1917 analysiert und berechnet sind. Hier ist nur festzustellen, dass gleiche Mengen Nährstoffe (N) verschiedene Mengen Pflanzenmasse produzieren können, sobald andere Nähr-

stoffe (P_2O_5 und K_2O) in das Optimum treten, ohne dass die im Minimum befindlichen Körper in erhöhtem Maſse aufgenommen werden.

1913—1917	Düngung	Trockensubstanz dz	N kg	CaO kg	MgO kg	N + CaO + MgO kg	K_2O kg	P_2O_5 kg	$K_2O + P_2O_5$ kg
Körner	$K_2O + P_2O_5$	110 36	168.78	5.39	19.22	193.39	61.35	97.24	158.59
	ohne	95.22	170.55	4.21	16.20	190.96	56.36	74.78	131.14
Stroh	$K_2O + P_2O_5$	150.88	49.57	42.24	15.44	107.25	143.84	37.10	180.94
	ohne	139.07	75.79	49.26	21.13	146.18	114.16	28.98	143.14
Körner + Stroh	$K_2O + P_2O_5$	261.24	218.35	47.63	34.66	300.64	205.19	134.34	339.53
	ohne	234.29	246.34	53.47	37.33	337.14	170.52	103.76	274.28

Welchen Einfluss die Witterungsverhältnisse der einzelnen Jahre besitzen, zeigt recht deutlich das Jahr 1916. In diesem Jahre wurden die geringsten Trockensubstanz- und Nährsalzmengen geerntet. Als Vergleich mag der extreme Fall der nur mit Stickstoff gedüngten Parzelle dienen. Es wurden durch die Weizenkörner auf 1 ha geerntet:

Körner		1913	1914	1915	1916	1917
Trockensubstanz	dz	34.78	16.12	30.57	7.63	28.58
Stickstoff	kg	71.65	37.40	61.45	18.92	58.87
Kalk	kg	2.78	0.97	1.53	0.61	2.29
Magnesia	kg	6.26	3.06	5.20	3.18	3.85
Kali	kg	20.18	9.18	16.51	4.58	15.43
Phosphorsäure	kg	22.26	12.57	22.93	7.94	19.15

Setzen wir die im günstigen Jahre 1913 geernteten Mengen gleich 100, so wurden im Jahre 1916 durch die Trockensubstanz 21.9 % von 1913, N = 26.4 %, CaO = 21.9 %, MgO = 50.8 %, K_2O = 22.7 %, P_2O_5 = 31.2 % erzielt. Das sind also erheblich geringe Mengen. Im Jahre 1916 fielen im April nur geringe Regenmengen und zwar 19.4 mm gegen 27.1 mm 1913, 49.7 mm 1915, 38.9 mm 1917. Auch die Ernte des Jahres 1914 erbrachte nur geringe Trockensubstanz- mit niederen Nährsalzmengen, denn im April dieses Jahres fielen nur 13.8 mm Regen. Dagegen

waren Mai, Juni und Juli 1914 feuchter als 1916, weshalb das erstere Jahr eine bessere Strohernte erbrachte. Die Luft- und Bodentemperaturen im Jahre 1916 blieben im Mai, Juni und Juli gegen die anderen Jahre zurück. Auffallend ist nun, dass 1913 recht hohe Erträge an Körnern und Stroh, 1916 dagegen sehr niedere erbrachte, obwohl die durchschnittlichen Luft- und Bodentemperaturen beider Jahre während der Monate Mai bis Juni ziemlich gleich waren. Aber der vegetationswichtige Juni 1916 blieb hinter dem des Jahres 1913 an Lufttemperatur im Maximum um 2.2, im Minimum um 1.0, an Bodentemperatur bis 30 cm Tiefe um 3.1° zurück. Diese kühlere Temperatur hat die Nährstoffaufnahme wie die Ausbildung der organischen Substanz zurückgehalten.

Lufttemperatur ° C.

Monat	1913		1914		1915		1916		1917	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Mai . . .	18.5	6.3	16.5	6.9	20.1	6.4	19.8	7.0	21.6	8.5
Juni . . .	20.7	9.4	20.3	9.5	24.5	9.5	18.5	8.4	26.2	10.4
Juli . . .	20.9	10.2	22.5	12.8	22.7	11.0	21.1	11.5	23.2	11.6
Mittel:	20.0	8.6	19.8	9.7	22.4	9.0	19.8	9.0	23.7	10.2

Bodentemperatur ° C.

Bodentiefe	1913		1914		1915		1916		1917	
	30 cm	60 cm	30 cm	60 cm	30 cm	60 cm	30 cm	60 cm	30 cm	60 cm
Mai	12.9	11.6	12.1	11.1	13.7	11.5	14.3	12.3	13.8	11.1
Juni . . .	17.9	15.9	15.1	13.5	19.7	17.0	14.8	13.5	19.3	16.6
Juli	16.4	15.2	18.8	17.2	18.5	17.3	16.6	15.2	19.6	18.1
Mittel:	15.7	13.2	15.3	13.9	17.3	15.3	15.2	13.7	17.6	15.1

Die Witterung der einzelnen Jahre kann also sowohl auf die Nährstoffprozente im Stroh und Korn, wie auf die geernteten Gesamtmengen einen grösseren Einfluss als die Düngung ausüben. Da erscheint eine Pflanzenanalyse zur Bestimmung des Nährstoffbedürfnisses des Bodens aussichtslos. Deshalb haben sich auch eine Anzahl Forscher in neuerer Zeit gegen die Brauchbarkeit der Pflanzenanalyse ausgesprochen.

Vielleicht gibt es aber doch einen Weg, der auf ihre bedingte Brauchbarkeit hindeutet.

Es war hingewiesen, dass der prozentische Gehalt an Kalk und Magnesia vor allem im Weizenstroh parallel den Stickstoffprozenten läuft, entgegengesetzt dem Kieselsäuregehalte. Mit der Kieselsäure ist allerdings nichts anzufangen. Ebensowenig mit den Prozentzahlen von N, CaO und MgO. Werden aber die auf 1 ha geernteten Mengen an N, CaO und MgO in Kilogramm berechnet, so ergibt sich sofort ein anderes Bild, welches für eine Beurteilung des Nährstoffbedürfnisses eines Bodens für Stickstoff, wenigstens beim Winterweizen, brauchbar zu sein scheint. Es gehören dazu die Zahlen für Körner und Stroh, für Körner, und für Stroh.

Tabelle 9.

Nährstofferernte auf 1 ha.

Düngung	1913	1914	1915	1916	1917
$N + CaO + MgO$ in Körnern und Stroh.					
(Stallmist), $N + P_2O_5 + K_2O$	132.65	138.74	129.07	115.80	117.02
(Stallmist)	97.04	110 82	111.03	91.33	94.59
$N + P_2O_5 + K_2O$	105.22	103.36	97.57	88.00	96.28
$N + P_2O_5$	141.33	112.92	127.80	68.50	123 04
$N + K_2O$	126.41	115.10	109.40	79.60	96.59
N	150.51	96.55	109.73	57.89	118.79
$P_2O_5 + K_2O$	51.59	56.12	79.89	57 16	55.87
Ohne Düngung	62.76	77.58	70.17	51.15	75.51
$N + CaO + MgO$ in Körnern.					
(Stallmist), $N + P_2O_5 + K_2O$	70.38	83.50	81.99	63.30	74.99
(Stallmist)	58.36	67.95	75.74	51.73	63.75
$N + P_2O_5 + K_2O$	63.42	63.60	66.07	52.40	64.79
$N + P_2O_5$	84.34	50.65	73.85	23 42	72.80
$N + K_2O$	74.93	66.32	72.58	39.21	65.64
N	90.69	41.43	68.17	20.98	66.59
$P_2O_5 + K_2O$	30.21	34.78	54.29	37.97	36.90
Ohne Düngung	35.86	42.10	47.06	22.45	44.49
$N + CaO + MgO$ im Stroh.					
(Stallmist), $N + P_2O_5 + K_2O$	62.27	55.24	47.08	52.50	42.03
(Stallmist)	38.68	42.87	35.39	39.60	30.84
$N + P_2O_5 + K_2O$	42.54	39.76	31.50	35.60	31.49
$N + P_2O_5$	56.99	62.27	53.95	45.08	50.24
$N + K_2O$	51.48	48.78	36.82	40.39	31.15
N	69.82	55.12	41.56	36.91	52.20
$P_2O_5 + K_2O$	21.38	21.34	25.64	19.92	18.97
Ohne Düngung	26.90	35.45	23.11	28.70	31.02

Die Formel lautet für Winterweizen nun so: Betragen die Kilogramm Stickstoff, Kalk und Magnesia, welche durch die Ernte einem Hektar entnommen sind, bei Körnern und Stroh mehr als 90 kg, oder bei Körnern mehr als 60 kg, oder bei Stroh mehr als 30 kg, so war genügend Stickstoff im Boden vorhanden.

Die Pflanze ist kein mechanisches Rechenexempel, sondern ein lebender Organismus, welcher von bekannten und unbekannten Faktoren beeinflusst wird. Die Betrachtung hat daher folgendermassen stattzufinden. Beträgt die Gesamtmenge kg über 90, so ist genügend Stickstoff im Boden gegenwärtig. Liegen die gefundenen kg unter 90, werden die Zahlen für Körner und Stroh betrachtet. Liegt eine von ihnen über 60 beim Korn oder über 30 bei Stroh, so war reichlich Stickstoff vorhanden, aber irgend ein anderer Vegetationsfaktor beeinträchtigte die Wirksamkeit des Stickstoffdüngers. Ein Beispiel zeige die Anwendung. 1916 wurden auf der $N + P_2O_5$-Parzelle 68.50 kg $N + CaO + MgO$ geerntet, also unter 90 kg. Auch der Körnerertrag ergab nur 23.24 kg, der Strohertrag jedoch 45.08 kg, also über 30 kg. Die Stickstoffdüngung hatte demnach genügt.

Schwierigkeit macht den Tabellen zufolge die ungedüngte Parzelle 1914. Wenn aber ein Mineralboden 14 Jahre keinen Stickstoffdünger erhielt, so ist Stickstoffhunger für die Saat wohl von vornherein anzunehmen.

Bei der Beurteilung der Methode darf nun nicht übersehen werden, dass die Parzellen im Erntejahr selbst die Stickstoffdüngung erhalten hatten. Es bleibt daher zu untersuchen, wie sich ein stark Stickstoff sorbierender Boden verhält, der im Vorjahre gedüngt wurde.

Die Methode ist jedenfalls wohl wert nachgeprüft, resp. erweitert oder gegebenenfalls abgeändert zu werden.

Eine präzise Antwort, wie hoch die Stickstoffdüngung hätte sein müssen, ob unter den günstigen Vegetationsverhältnissen durch diese Düngung Höchsternten erzielt werden konnten, diese Fragen wird eine Pflanzenanalyse wohl nie lösen können. Hier kann am besten nur der direkte Düngungsversuch aufklären.

Eine Betrachtung der Verhältniszahlen, in denen N, P_2O_5 und K_2O in den Weizenpflanzen vorkommen, zeigt ein so wechselreiches Bild, dass die Resultate zur Beurteilung des Düngerbedarfs eines Bodens an Stickstoff nicht recht in Betracht

kommen. Hat der Boden reichen Phosphorsäuregehalt, so macht sich der Stickstoffmangel durch ein enges Verhältnis von $N : P_2O_5$ im Weizenstroh bemerkbar. Fehlt dem Boden dagegen die Phosphorsäure und ist genügend Stickstoff vorhanden, dann ist das Verhältnis ein weites. Soweit sind die Verhältnisse recht klar. Die Anwesenheit von Stickstoff und Phosphorsäure aber gibt ähnliche Mittelzahlen, wie die Abwesenheit beider Dünger. Wird für den prozentischen Stickstoffgehalt im Weizenstroh die Zahl 100 eingesetzt, so gibt die Phosphorsäure folgende Verhältnisse:

Tabelle 10.

Verhältnis von Stickstoff zu Phosphorsäure im Weizenstroh.

Düngung	$N = 100$, $P_2O_5 =$				
	1913	1914	1915	1916	1917
(Stallmist), $N + P_2O_5 + K_2O$	49	46	41	53	54
(Stallmist)	39	35	36	55	51
$N + P_2O_5 + K_2O$	42	40	40	47	63
$N + P_2O_5$	43	30	33	36	36
$N + K_2O$	30	27	29	30	30
N	28	24	31	31	30
$P_2O_5 + K_2O$	66	70	88	74	75
Ohne Düngung	41	32	50	35	42

Bei einseitiger $P_2O_5 + K_2O$-Düngung lässt sich wohl sagen, das Verhältnis ist eng, 100 : 70, also hat es an Stickstoff gefehlt. Oder es ist weit, 100 : 24—31; hier hat es an Phosphorsäure gemangelt. Ähnliche Zahlen fand Stahl-Schröder in Riga bei Hafer. Wie aber, wenn es heisst: Welcher Dünger hat nach der Analyse der Weizenpflanzen, welche von zwei verschiedenen Schlägen stammen, gefehlt? Die Analysen zweier Weizenproben mögen folgendes analytische Resultat ergeben haben:

I. Körner: $N = 1.87\,\%$, $P_2O_5 = 0.93\,\%$, $K_2O = 0.58\,\%$;
Stroh: $N = 0.48\,\%$, $P_2O_5 = 0.19\,\%$, $K_2O = 1.03\,\%$.
II. Körner: $N = 2.00\,\%$, $P_2O_5 = 0.86\,\%$, $K_2O = 0.60\,\%$;
Stroh: $N = 0.66\,\%$, $P_2O_5 = 0.21\,\%$, $K_2O = 0.78\,\%$.

Das Verhältnis beim Stroh ist:

I. $N = 100$, $P_2O_5 = 40$, $K_2O = 215$,
II. $N = 100$, $P_2O_5 = 32$, $K_2O = 118$.

Das Analysenresultat würde in Anbetracht der Verhältniszahlen ungefähr lauten:

I. N zweifelhaft, P_2O_5 ungenügend, K_2O genügend.
II. N genügend, P_2O_5 ungenügend, K_2O ungenügend.

In Wirklichkeit stammen nun die Pflanzen I aus dem Jahre 1914 von einem Plane, der jährlich Volldüngung erhielt, II von einem Stück, das seit 15 Jahren ungedüngt blieb. Die Verhältniszahlen sind also in dieser Art sehr vorsichtig zu beurteilen.

Ähnlich ergeht es dem Verhältnis Kieselsäure zu Stickstoff. Wird die Kieselsäure gleich 100 gesetzt, ergeben sich folgende Zahlen.

Tabelle 11.

Verhältnis von Kieselsäure zu Stickstoff im Weizenstroh.

Düngung	$SiO_2 = 100$, N =				
	1913	1914	1915	1916	1917
(Stallmist), $N + P_2O_5 + K_2O$	7.6	7.5	10.2	9.6	8.1
(Stallmist)	5.8	7.6	8.9	10.3	6.3
$N + P_2O_5 + K_2O$	7.6	7.8	9.5	8.8	6.4
$N + P_2O_5$	11.0	16.9	16.3	18.1	12.0
$N + K_2O$	11.0	12.8	11.3	13.8	9.2
N	15.9	18.3	13.3	19.6	14.2
$P_2O_5 + K_2O$	3.5	4.8	5.9	5.4	4.4
Ohne Düngung	6.5	9.9	9.0	13.8	7.8

Das Verhältnis von $SiO_2 : N$ verengert sich mit der Stickstoffdüngung deutlich. Je mehr der Stickstoff im Stroh steigt, desto mehr fällt der Kieselsäuregehalt. Die dauernd ungedüngten Parzellen stellen einer Beurteilung wieder Hindernisse entgegen. Sieht man von diesen Parzellen ab, fehlt im Boden der Stickstoff, sobald das Verhältnis von $SiO_2 : N$ wie 100 : 6 oder weiter ist. Zur analytischen Beurteilung vom Nährstoffhunger der Pflanzen kommt man nicht um die Schwierigkeiten der ungedüngten Parzellen. Die Zahlen werden später noch einmal zu betrachten sein.

Kali.

Tabelle 12. Kaligehalt der Weizenkörner.

Düngung	1913 %	1914 %	1915 %	1916 %	1917 %
(Stallmist), $N + P_2O_5 + K_2O$	0.61	0.56	0.56	0.58	0.59
(Stallmist)	0.58	0.57	0.60	0.60	0.60
$N + P_2O_5 + K_2O$	0.59	0.58	0 64	0.59	0.56
$N + P_2O_5$	0 60	0.58	0.60	0.63	0.54
$N + K_2O$	0.50	0.54	0.50	0.58	0.56
N	0.58	0.57	0.54	0 60	0.54
$P_2O_5 + K_2O$	0.50	0.54	0.54	0.65	0.61
Ohne Düngung	0.62	0.57	0.57	0.62	0.57

Die Kaliprozentzahlen der Weizenkörner geben von der stattgefundenen Kalidüngung kein Bild, denn zum grossen Teil sind die Zahlen auf den mit Kali gedüngten Parzellen niedriger als die von ungedüngten Parzellen. Die Witterungsverhältnisse der einzelnen Jahre üben nur einen geringen Einfluss aus. Im allgemeinen bleibt der Kaligehalt der Körner ziemlich konstant.

In den Jahren mit schlechter Körnerausbildung macht sich die Kalidüngung in den geernteten N-, P_2O_5-, K_2O-, CaO- und MgO-Mengen stark geltend. Am deutlichsten prägt sich dies im Jahre 1916 aus.

Erntemengen 1916 in den Weizenkörnern pro Hektar.

Düngung		$N + P_2O_5 + K_2O$	$N + K_2O$	$P_2O_5 + K_2O$	$N + P_2O_5$	N	ohne
Trockensubstanz	dz	22.82	16.24	17.65	10.04	7.63	8.84
K_2O	kg	13.46	9.42	11.47	6.33	4.58	5.48
N	kg	46.55	35.89	33.18	21.39	18.92	20.24
P_2O_5	kg	22.82	14.29	17.65	8.94	6.94	8.49
CaO	kg	0.91	0.81	0.88	0.42	0.61	0.53
MgO	kg	4.34	2.60	3 18	1.61	1.45	1.68

Ähnlich verhält sich das Jahr 1914. Dazu im Gegensatz das kornreiche Jahr 1913, dem 1917 ähnelt.

1913.

Düngung		$N + P_2O_5 + K_2O$	$N + K_2O$	$P_2O_5 + K_2O$	$N + P_2O_5$	N	ohne
Trockensubstanz	dz	37.29	36.93	20.27	37.98	34.78	21.72
K_2O	kg	22.00	18.46	10.13	22.79	20.18	13.47
N	kg	56.31	67.21	25.95	66.46	71.65	30.84
P_2O_5	kg	28.34	23.64	15.41	25.83	22.26	16.29
CaO	kg	1 86	1.84	0.81	1.90	2.78	0.87
MgO	kg	5.97	5.91	3.45	6.08	6 26	4.13

Es lässt sich, wenigstens für Winterweizen, folgender Satz aufstellen: Je günstiger ein Vegetationsjahr ist, desto mehr beherrscht der Stickstoff die Ausbildung der organischen Substanz, vornehmlich der Körner, damit die gesamte Aufnahme von Kali, Kalk, Magnesia und Phosphorsäure. In ungünstigen Vegetationsjahren steht die Ausbildung der organischen Substanz, sowie die Aufnahme der Nährsalze unter der Herrschaft des Kalis. Die Phosphorsäure zeigt keinen direkten Einfluss.

Die durch die Witterungsverhältnisse in den einzelnen Jahren bedingten Kalierträge sind verschieden und übersteigen die durch die Düngung hervorgerufenen Unterschiede so stark, dass eine Beurteilung des Düngerbedürfnisses ausgeschlossen erscheint. So schwanken die geernteten Kalimengen 1916 zwischen 4.58 und 15.56 kg, der Unterschied während der einzelnen Jahre, z. B. auf der $K_2O + P_2O_5$-Parzelle, beträgt dagegen 15.6 kg Kali, da die Erträge zwischen 4.58 und 20.18 kg schwanken.

Tabelle 13.

Kaligehalt des Weizenstrohes.

Düngung	1913 %	1914 %	1915 %	1916 %	1917 %
(Stalldünger), $N + P_2O_5 + K_2O$	1.34	1 21	1.05	1.74	1.25
(Stalldünger)	1.11	1.15	1.02	1.59	1.12
$N + P_2O_5 + K_2O$	1.14	1.03	1.02	1.54	1.11
$N + P_2O_5$	0.82	0.71	0.69	0.94	0.89
$N + K_2O$	1.40	1.28	0.94	1.85	1.30
N	0.90	0.82	0.69	0.94	0.90
$P_2O_5 + K_2O$	1.01	0.75	0.77	1.47	0.94
Ohne Düngung	0.88	0.78	0.64	0.95	0.89
kg Kali auf 1 ha in der Erntesubstanz.					
(Stallmist), $N + P_2O_5 + K_2O$.	74.52	80.54	59.57	85.36	61.81
(Stallmist)	51 74	63.19	45.14	58.85	42.64
$N + P_2O_5 + K_2O$	55.75	53.88	39 59	57.70	49.13
$N + P_2O_5$	42 03	32.51	29.55	23.15	37 58
$N + K_2O$	68 61	61 86	38.46	56.24	47.09
N	44.25	30.75	25.16	17.18	34 80
$P_2O_5 + K_2O$	27.68	25 41	29 47	36 16	25.12
Ohne Düngung	24.92	26.82	16.81	16 23	29.38

Bedeutendere Unterschiede als in den Körnern vorhanden sind, weisen die Kaligehalte des Strohes auf. Hier hebt sich die Düngung in den meisten Jahren scharf ab. Dennoch kommt es im Jahre 1914 vor, dass die $P_2O_5 + K_2O$-Parzelle 0.75 % K_2O im Stroh enthält, die N-Parzelle 0.82 % K_2O.

Auffallen muss der hohe Kaligehalt des Strohes im Jahre 1916. Dieser ist jedoch durch die geringe Körnermasse bedingt. Die Pflanze sucht für einen möglichst gleichen Nährstoffgehalt in den Körnern zu suchen. Daher musste das Kali im Stroh verbleiben.

Der Einfluss der Witterung in den einzelnen Jahren ist wieder so stark, dass ein Festsetzen eines bestimmten Prozent-

satzes Kali als Grenze zwischen gedüngt und ungedüngt für unmöglich erscheint. So schwanken die Prozentsätze an Kali auf den Parzellen mit

Düngung	% Kali	Differenz
$N + P_2O_5 + K_2O$ . .	1.02—1.54	0 52
$N + P_2O_5$	0.69—0 94	0.25
$N + K_2O$	0.94—1 85	0.91
N	0.69—0.94	0.25
$P_2O_5 + K_2O$	0.75—1.47	0.72
Ohne Düngung . . .	0.64—0.95	0.31

in den einzelnen Jahren:

	ungedüngte Parzelle		mit K_2O gedüngte Parzelle	
	% K_2O	Differenz	% K_2O	Differenz
1913 . . .	0.82—0.90	0.08	1.01—1.40	0.39
1914 . . .	0.71—0.82	0.11	0.75—1.28	0.53
1915 . . .	0.64—0.69	0.05	0.77—1.02	0.25
1916 . . .	0.94—0.95	0.01	1.47—1.85	0.38
1917 . . .	0.89—0 90	-0.01	0.94—1 30	0.36
1913—1917:	0.64—0.95	0.31	0.75—1.85	1.10

Die Prozentzahlen des Strohes von den ungedüngten Parzellen der einzelnen Jahre, wie der einzelnen Düngungen ohne Kali im Laufe der Jahre schwanken bedeutend geringer als von den Parzellen mit Kalidüngung. Es ist selbstverständlich, dass die Witterung einen grösseren Einfluss auf den Parzellen mit löslichen Salzen ausüben muss als auf den seit Jahren nicht gedüngten Parzellen.

So gross die Unterschiede der Kaliprozentzahlen des Weizenstrohs aussehen, so lässt sich für die Pflanzenanalyse kein brauchbares Mass finden, da die Verhältnisse der einzelnen Jahre zu grosse Differenzen hervorrufen. Aus diesem Grunde muss der Vorschlag Hoffmanns,[1] 1 % Kali im Stroh der Halmfrüchte als Grenzzahl anzusehen, mit Vorsicht aufgenommen werden. Auch lässt sich die Stärke der nötigen Kalidüngung nicht daraus beurteilen, wie weit die gefundene Prozentzahl

[1]) Mitteilungen der Deutschen Landwirtsch.-Gesellschaft 1917, Stück 44.

vom Grenzwert entfernt ist. So enthielt das Weizenstroh der ungedüngten Parzelle 1915 nur 0.64 % Kali, 1916, nachdem also die Ernte von 1915 auch noch dem Boden entnommen war, 0.95 % Kali. Es bestimmen leider mehrere Faktoren das Pflanzenwachstum.

Auch die Gesamterträge an Kali geben kein Bild von der Düngerbedürftigkeit des Bodens. In Jahren mit für das Wachstum günstiger Witterung bestimmen die Stickstoffverhältnisse zu sehr die Produktion an Trockensubstanz und nur in ungünstigen Jahren macht sich der Einfluss des Kalis geltend.

So wenig verheissungsvoll die Aussichten für die Pflanzenanalyse sind, scheint es doch einen Weg zu geben, die Düngerbedürftigkeit eines Bodens für Kali festzustellen. Die prozentischen Stickstoff-, Kalk- und Magnesiazahlen zeigen, dass sie stark von der Kalidüngung beeinflusst, herabgesetzt werden. Demnach muss sich die Kalidüngung in den Kaliprozenten des Strohes deutlicher ausprägen, wenn die Prozentzahlen für N, CaO und MgO abgezogen werden. Es treten dann folgende Ergebnisse auf:

(Siehe die obere Tabelle auf S. 257.)

Sehr scharf prägt sich vor allem der Kalimangel auf den einseitig gedüngten Parzellen ab. In allen Jahren gaben die mit Kali oder Stallmist im Vorjahre gedüngten Parzellen Pluszahlen, die Parzellen ohne Kali Minuszahlen. So lässt sich leicht das Kalibedürfnis eines Bodens, sobald Kalk und Magnesia genügend vorhanden sind, für den Winterweizen feststellen. Der Grundsatz lautet dabei: Übersteigt der prozentische Gehalt an Kali im Weizenstroh die Summe des Gehaltes an N + CaO + MgO, so ist genügend Kali im Boden für die Pflanzenproduktion vorhanden, übersteigt der N + CaO + MgO-Gehalt den Kaligehalt, fehlt es an Kali.

Über die Höhe einer etwa nötigen Kalidüngung lässt sich aus diesen Versuchen nichts sagen.

Setzt man nun auch bei den Prozentzahlen des Weizenstrohs die Stickstoffprozente gleich 100, so erhält man für Kali folgende Verhältniszahlen (siehe die Tabelle 14 auf S. 257 unten).

Deutlich prägt sich während sämtlicher Jahre die Kalidüngung vom Fehlen des Kalis im Boden ab, so dass der Grundsatz lautet: Liegt beim Weizenstroh das Verhältnis von N : K_2O weiter als 100 : 190, so war genügend Kali im Boden vorhanden. Ist es enger, fehlte Kali.

Düngung		1913 %	1914 %	1915 %	1916 %	1917 %
(Stalldünger) + Volldüngung	K_2O	1.34	1.21	1.05	1.74	1.25
	$N + CaO + MgO$	0.94	0.83	0.83	1.07	0.85
		0.40	0.38	0.22	0.67	0.40
(Stalldünger)	K_2O	1.11	1.15	1.02	1.59	1.12
	$N + CaO + MgO$	0.83	0.78	0.80	1.07	0.81
		0.28	0.37	0.22	0.52	0.31
$N + P_2O_5 + K_2O$	K_2O	1.14	1.03	1.02	1.54	1.11
	$N + CaO + MgO$	0.37	0.76	0.80	0.95	0.71
		0.27	0.27	0.22	0.59	0.40
$N + P_2O_5$	K_2O	0.82	0.71	0.69	0.94	0.89
	$N + CaO + MgO$	1.11	1.36	1.26	1.83	1.19
		— 0.29	— 0.65	— 0.57	— 0.89	— 0.30
$N + K_2O$	K_2O	1.40	1.28	0.94	1.85	1.30
	$N + CaO + MgO$	1.05	1.03	0.90	1.27	0.86
		0.35	0.25	0.04	0.58	0.44
N	K_2O	0.90	0.82	0.69	0.94	0.90
	$N + CaO + MgO$	1.52	1.47	1.14	1.91	1.35
		— 0.62	— 0.65	— 0.45	— 0.97	— 0.45
$P_2O_5 + K_2O$	K_2O	1.01	0.75	0.77	1.47	0.94
	$N + CaO + MgO$	0.78	0.63	0.67	0.81	0.71
		0.23	0.12	0.10	0.66	0.23
Ohne Düngung	K_2O	0.88	0.78	0.64	0.95	0.89
	$N + CaO + MgO$	0.95	1.06	0.88	1.65	0.94
		— 0.07	— 0.28	— 0.24	— 0.70	— 0.05

Tabelle 14. Verhältnis von Stickstoff zu Kali im Weizenstroh.

Düngung	$N = 100$, $K_2O =$				
	1913	1914	1915	1916	1917
(Stalldünger), $N + P_2O_5 + K_2O$	383	233	284	281	305
(Stalldünger)	336	240	309	265	303
$N + P_2O_5 + K_2O$	317	215	291	280	317
$N + P_2O_5$	186	81	131	89	153
$N + K_2O$	298	175	224	226	302
N	155	87	133	82	141
$P_2O_5 + K_2O$	348	203	296	342	294
Ohne Düngung	226	118	168	100	185

Allerdings ist eine Zahl in der Tabelle, welche der Annahme widerstrebt. Im Jahre 1914 ergab die $N + K_2O$-Parzelle das Verhältnis von 100 : 175. Es müsste demnach Kali gefehlt haben. Betrachtet man aber im Zweifelsfalle bei Grenzzahlen diese Verhältnisse nach der N-, CaO-, MgO-Methode, so erhält man die Zahl + 0.25. Es war also genügend Kali vorhanden. In der Tabelle befinden sich noch zwei Grenzwerte: 1913 bei der $N + P_2O_5$-Parzelle mit 186 und 1917 bei der ungedüngten Parzelle mit 185. Durch die Kontrollmethode finden wir aber die Zahlen — 0.29 und — 0.05. Hier hat also Kali gefehlt.

Phosphorsäure.

Tabelle 15.

Phosphorsäuregehalt der Körner.

Düngung	1913 %	1914 %	1915 %	1916 %	1917 %
(Stallmist). $N + P_2O_5 + K_2O$.	0.83	0.96	0.77	0.95	0.93
(Stallmist)	0 79	0.91	0.78	0.96	0.91
$N + P_2O_5 + K_2O$	0.76	0.93	0.88	1.00	0.88
$N + P_2O_5$	0 68	0.84	0.72	0 89	0.74
$N + K_2O$	0.64	0.84	0.76	0.88	0.72
N	0.64	0.78	0.75	0 91	0.67
$P_2O_5 + K_2O$	0.76	0.90	0.85	1.00	0.93
Ohne Düngung	0.75	0.86	0.68	0.96	0.80

Der prozentische Gehalt der Weizenkörner an Phosphorsäure ist für die Klärung der Düngerfrage durch die Pflanzenanalyse unbrauchbar. Die Unterschiede sind zu gering und zu unregelmässig, wenn sich auch die Düngung in schwachem Maſse ausprägt. Die durch die Witterungswirkung auftretenden Unterschiede sind jedoch so gross, dass sie die Wirkung der Düngung verwischen. So enthalten die Körner von ungedüngten Parzellen im Jahre 1916 auf sämtlichen Plänen mehr Phosphorsäure als die Körner von den mit Phosphorsäure gedüngten Stücken während der Jahre 1913 und 1915, nämlich 0.88—0.96 % P_2O_5 gegen 0.68—0.76 und 0.72—0.88 % P_2O_5.

Wollte man nun von dem Gedanken ausgehen, dass die Phosphorsäure zum Eiweiss der Pflanze in Beziehung steht und deshalb einen Vergleich zwischen Phosphorsäure und Stickstoff anstellen, dann käme man doch zu keinem Resultate.

Tabelle 16.

Phosphorsäuregehalt des Weizenstrohs.

Düngung	1913 %	1914 %	1915 %	1916 %	1917 %
(Stalldünger), $N + P_2O_5 + K_2O$	0.17	0.24	0 15	0.33	0.22
(Stalldünger)	0.13	0.17	0.12	0.30	0.19
$N + P_2O_5 + K_2O$	0.15	0.19	0 14	0 26	0.22
$N + P_2O_5$	0.19	0.26	0.18	0.38	0.21
$N + K_2O$	0.14	0.20	0.12	0.25	0.13
N	0.16	0.23	0 16	0.35	0 19
$P_2O_5 + K_2O$	0.19	0.26	0.23	0.32	0.24
Ohne Düngung	0.16	0.21	0.19	0.33	0.20
kg P_2O_5 auf 1 ha in der Ernte.					
(Stalldünger), $N + P_2O_5 + K_2O$	9.45	15.97	8.51	16.19	10.88
(Stalldünger)	6.06	9.34	5.31	11 10	7.23
$N + P_2O_5 + K_2O$	7.33	9.94	5.43	9.74	9.74
$N + P_2O_5$	9.74	11.91	7.71	9.36	8.87
$N + K_2O$	6.86	9.67	4.91	7.60	4.71
N	7.87	8.62	5.83	6.40	7.35
$P_2O_5 + K_2O$	5.21	8.81	8.80	7.87	6.41
Ohne Düngung	4.53	7.22	4.99	5.64	6.60

Etwas stärker prägt sich die Phosphorsäuredüngung im Stroh aus. In allen Jahren liegt sogar auf den Stallmistparzellen der Phosphorsäuregehalt niedriger als auf den ungedüngten Teilstücken. Auf den Mineralparzellen macht sich die Phosphorsäure bei einseitiger Düngung bemerkbar, wohingegen die Zahlen bei Volldüngung meist unter denen der ungedüngten Parzellen liegen. Für eine Beurteilung des Bodendüngerbedürfnisses ist kein Anhaltspunkt vorhanden. Zudem sind die Unterschiede während der verschiedenen Jahre auf den einzelnen Parzellen grösser als die durch die Düngungen hervorgerufenen Differenzen. So schwanken am meisten die Prozentzahlen im Jahre 1916, zwischen 0.25 und 0.38 % P_2O_5 = 0.13 %, die auf der $N + P_2O_5$-Parzelle während der Jahre 1913—1917 innerhalb 0.18 und 0.38 % P_2O_5 = 0.20 %. Der Phosphorsäuregehalt von der Parzelle ohne Düngung und der N-Parzelle im Jahre 1916 liegt mit 0.33 und 0.35 % höher als sämtliche Ergebnisse der Jahre 1913, 1914, 1915 und 1917, deren Höchstzahlen 0.19, 0.26, 0.23 und 0.24 % sind.

Die Annahme Jakouchkines,[1]) dass eine Phosphorsäuredüngung nicht erforderlich erscheint, wenn das Stroh einen

[1]) Mitteilungen der Deutschen Landw.-Gesellschaft 1918, Stück 23, S. 337.

Gehalt von 0.15 % P_2O_5 aufweist, ist für den Lauchstedter Lösslehmboden bei Weizen nicht massgebend. So schwankte der Phosphorsäuregehalt des Strohes im Laufe der Jahre auf der Parzelle ohne Düngung zwischen 0.16 und 0.33 % P_2O_5, auf der N-Parzelle zwischen 0.16 und 0.35 % P_2O_5 und auf der $N + K_2O$-Parzelle zwischen 0.12 und 0.25 % P_2O_5, demnach auf den phosphorsäurefreien Parzellen bis über das Doppelte der von Jakouchkine angegebenen Zahl. Dass der Boden stark mit Phosphorsäure angereichert ist, kann nicht angenommen werden, da eine Phosphorsäuredüngung die Erträge noch stark erhöhte. So wurden an Trockensubstanz auf 1 ha geerntet:

Düngung		1913 dz	1914 dz	1915 dz	1916 dz	1917 dz
N	Körner	34.78	16.12	30.57	7.63	28.58
$N + P_2O_5$	Körner	37.98	21.19	30.12	10.04	34.02
N	Stroh	49.17	37.50	34.46	18.28	38.67
$N + P_2O_5$	Stroh	51.26	45.79	48.82	24.63	42.22

Die Beurteilung des Düngerbedürfnisses eines Bodens nur auf die Prozentzahlen des Weizenstrohes hin ist nicht angängig.

Die Ertragszahlen des Strohes an Phosphorsäure sind so unregelmässig, dass sich ein bestimmter Faktor in ihnen nicht abhebt. Auch stehen die Erträge in keinem Jahre, wie bei den Körnern, unter dem Einfluss eines Nährstoffes, sei es Kali oder Stickstoff.

Setzt man die Prozentzahlen von Stickstoff und Phosphorsäure im Weizenstroh zueinander, dabei N = 100, so zeigen nur die extremen Düngungsverhältnisse Unterschiede (Tabelle 10, Seite 251). Die alleinige Stickstoffdüngung in den Jahren 1913 bis 1917 ergibt das weite Verhältnis von 100 : 23, 24, 31, 31 und 30, die $K_2O + P_2O_5$-Düngung das enge Verhältnis von 100 : 66, 70, 88, 74 und 75. Die Volldüngungsparzelle, aber auch die ungedüngte Parzelle gibt ein mittleres Verhältnis, so dass auf eine Gegenwart oder Abwesenheit von genügend Phosphorsäure nicht zu schliessen ist. Aber selbst die Zahlen bei extremer Düngung, wie $N + P_2O_5$ und N, oder $N + P_2O_5$ und $N + K_2O$ lassen nicht mit Sicherheit ein Urteil zu, ob Phosphorsäure in der Düngung fehlte.

Noch ungünstiger stellt sich in dieser Beziehung ein Verhältnis von Kali zu Phosphorsäure.

Tabelle 17.

Verhältnis von Kali zu Phosphorsäure im Weizenstroh.

Düngung	$K_2O = 100$, $P_2O_5 =$				
	1913	1914	1915	1916	1917
(Stallmist). $N + P_2O_5 + K_2O$.	13	21	14	19	18
(Stallmist)	12	15	12	19	17
$N + P_2O_5 + K_2O$	13	18	14	17	20
$N + P_2O_5$	23	37	26	40	24
$N + K_2O$	10	16	13	14	10
N	18	28	23	37	21
$P_2O_5 + K_2O$	19	35	30	22	26
Ohne Düngung	18	27	30	35	22

Aus solchen Zahlen lassen sich keine Resultate für den gewünschten Zweck erzielen.

Die vorliegenden Untersuchungen bestätigen Helmkampfs[1]) Ansicht, dass ein Düngerbedürfnis des Bodens vorliegt, wenn die Pflanze nach einseitiger Düngung ihren Prozentsatz an betreffendem Nährstoff erhöht. Bei einer Volldüngung braucht die Erhöhung aber nicht einzutreten. Deshalb kann Helmkampfs Vorschlag nicht beigepflichtet werden, dass ein Düngungsversuch von zwei Parzellen genügt, von denen die eine ungedüngt bleibt, während die andere mit den sämtlichen geprüften Nährstoffen versehen wird. Dies mag vielleicht zur Beurteilung des Kalibedürfnisses angängig sein, nicht für Stickstoff und Phosphorsäure, wie nachfolgende Prozentzahlen des Strohes zeigen.

Düngung		1913 %	1914 %	1915 %	1916 %	1917 %
Ungedüngt . . .	N	0.39	0.66	0.38	0.95	0.45
Volldüngung . . .	„	0.36	0.48	0.35	0.55	0.35
Ungedüngt . . .	K_2O	0.88	0.78	0.64	0.95	0.89
Volldüngung . . .	„	1.14	1.03	1.02	1.54	1.11
Ungedüngt . . .	P_2O_5	0.16	0.21	0.19	0.33	0.20
Volldüngung . . .	„	0.15	0.19	0.14	0.26	0.22

Anders mag es sein, wenn gleichzeitig die Gesamternte an Nährstoffen in der Ernte festgestellt wird. Ob diese Erwägung jedoch stets zu einer sicheren Beurteilung des Dünger-

[1]) Journal für Landwirtschaft 1892, S. 168.

bedürfnisses führt, erscheint fraglich. So wurde 1915 die Ernte an Kali gesteigert von 30.33 kg in Körnern und Stroh von der ungedüngten Parzelle auf 60.67 kg K_2O bei Volldüngung, hingegen 1913 von 38.39 kg Kali vom ungedüngten Teilstück auf 64.43 kg K_2O bei alleiniger Stickstoffdüngung. Die einseitige Stickstoffdüngung hatte 1913 die Entnahme an Kali höher gebracht als die Volldüngung 1915, wenn die absolute Differenz auch etwas geringer ist. Die Erträge an Trockensubstanz stiegen dabei 1915 von 49.99 auf 61.81 dz, 1913 von 50.04 auf 83.95 dz bei der einseitigen Düngung.

Kann nun etwa aus der Differenz der Erhöhung der Nährstoffmenge beurteilt werden, welcher Dünger fehlt? Eine Stickstoffdüngung wirkt im allgemeinen erheblich auf eine Pflanzenproduktion ein, mit der sich auch die aufgenommene Menge Stickstoff vergrössern muss. Es treten aber auch Fälle ein, wo die Beurteilung ungünstig wird.

1916 wurden durch die Weizenpflanzen an Stickstoff dem Boden entzogen

	kg	kg
bei Volldüngung	67.16	67.16
ohne Düngung	36.47	—
bei Stickstoffdüngung	—	39.76
Differenz:	30.29	27.40

Der Unterschied in der Differenz ist so minimal, dass nicht gesagt werden kann, auf welcher Parzelle Stickstoff fehlte. Dazu noch der Einfluss der Witterung in den einzelnen Jahren. 1915 erbrachten die ungedüngten Parzellen 52.91 kg N pro Hektar, die Volldüngung 74.17 kg, demnach eine Differenz von 21.26 kg. 1917 betrug die Differenz zwischen ungedüngt und Volldüngung nur 17.39 kg N.

Mit der Kalidüngung verhält es sich ähnlich. Es wurden an K_2O geerntet:

Düngung	1913		1914		1917	
	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Volldüngung	77.75	77.75	71.78	71.78	67.55	67.55
$P_2O_5 + K_2O$	37.81	—	35.25	—	37.49	—
Ohne Düngung . . .	—	38.39	—	38.03	—	42.06
Differenz:	39.94	39.36	36.53	33.75	30.06	25.49

In diesen Beispielen ist die Kalientnahme auf den Parzellen ohne Kalidüngung zum Teil grösser gewesen als auf den Parzellen mit Kalidüngung, daher kann die Differenz nichts über ein Düngungsbedürfnis aussagen.

Auch bei der Phosphorsäure lassen sich solche Beispiele finden. Es wurden an P_2O_5 pro Hektar geerntet:

	1913		1914	
	kg	kg	kg	kg
Volldüngung . . .	35.67	35.67	38.65	38.65
$P_2O_5 + K_2O$ . . .	20.62	—	26.52	—
Ohne Düngung . .	—	20.82	—	23.39
Differenz:	15.05	14.82	12.13	15.26

Diese Art der Kombination von Pflanzenanalyse und Düngungsversuch scheint vorläufig zu keinem brauchbaren Ergebnis zu führen.

Ebenso wenig geben die Verhältniszahlen von $N:P_2O_5$ und K_2O auf den von Helmkampf vorgeschlagenen Parzellenarten ein klares Bild über die Düngerbedürftigkeit des Bodens.

Düngung	N = 100	1913	1914	1915	1916	1917
Ohne Düngung . .	Kali =	126	118	168	100	185
Volldüngung . . .	„ =	317	215	291	280	317
Ohne Düngung . .	P_2O_5 =	41	32	50	35	42
Volldüngung . . .	„ =	42	40	40	47	63

Der Düngungszustand des Kalis hebt sich zwar stark ab, der Zustand der Phosphorsäure bleibt ungeklärt. Über den Stickstoffzustand ist nichts zu erfahren.

Nun scheint es aber doch einen Weg zu geben, auf dem aus der Verbindung von Pflanzenanalyse und Düngungsversuch, ohne dass die Ernten festgestellt werden müssen, eine brauchbare Untersuchungsmethode zur Beurteilung des Düngerbedürfnisses eines Bodens erhalten werden kann. Dazu sind zwei Parzellen nötig, von denen die eine Stickstoff-, die andere eine Kali- und Phosphorsäuredüngung erhält. Das Stroh der Pflanzen wird nun nach der Ernte chemisch untersucht, die gefundenen Prozentzahlen für die Nährstoffe auf Trockensubstanz berechnet und das Verhältnis von $N:K_2O$ und $N:P_2O_5$ festgestellt.

Düngung	N = 100	1913	1914	1915	1916	1917
N	K_2O =	155	87	133	82	141
$P_2O_5 + K_2O$ . . .	„ =	348	203	296	342	294
N	P_2O_5 =	28	24	31	31	30
$P_2O_5 + K_2O$ . . .	„ =	66	70	88	74	75

Die Zahlen bieten ein klares Bild.

Liegt das Verhältnis beim Winterweizenstroh von $N : K_2O$ enger als 100 : 200, dann hat es an Kali gefehlt; liegt es weiter, war genügend Kali vorhanden.

Liegt das Verhältnis von $N : P_2O_5$ auf der N-Parzelle weiter als 100 : 35, fehlte es an Phosphorsäure; liegt es enger, lag kein Phosphorsäuremangel vor.

Liegt das Verhältnis auf der $P_2O_5 + K_2O$-Parzelle von $N : P_2O_5$ enger als 100 : 60, hat es an Stickstoff gefehlt; liegt es weiter, war er zugegen.

Für den Stickstoff wird gleichzeitig das Verhältnis von Kieselsäure zu Stickstoff ($SiO_2 : N$) benutzt.

Düngung	SiO_2 = 100	1913	1914	1915	1916	1917
N	N =	15.9	18.3	13.3	19.6	14.2
$P_2O_5 + K_2O$ . . .	„ =	3.5	4.8	5.9	5.4	4.4

Liegt das Verhältnis $SiO_2 : N$ weiter als 100 : 6, war ungenügend Stickstoff vorhanden; liegt es enger, fehlte es nicht an Stickstoff.

Auch ein Vergleich der Stickstoffprozente der beiden Parzellen N und $P_2O_5 + K_2O$ zueinander gibt einen Anhalt.

Düngung	1913	1914	1915	1916	1917
N	100	100	100	100	100
$K_2O + P_2O_5$	50	39	50	38	50

Wird die Stickstoffprozentzahl der Parzellen mit alleiniger Stickstoffdüngung gleich 100 gesetzt, so war zwischen 100 und 60 Stickstoff auf der mit $K_2O + P_2O_5$ gedüngten Parzelle genügend im Boden vorhanden.

Durch Kombination der Tabellen wird sich nach Ausbau der Methode die Pflanzenanalyse voraussichtlich zur Erkennung des Düngerbedarfs eines Bodens als brauchbar erweisen.

Die Untersuchungen werden nach verschiedenen Richtungen fortgesetzt.

Auf dem Lauchstedter Lösslehmboden wurden bei Winterweizen folgende Ergebnisse gefunden:

1. Eine Kali- und Phosphorsäuredüngung erhöht den Kieselsäuregehalt des Weizenstrohs, eine Stickstoffdüngung erniedrigt ihn.

2. Eine Kali- und Phosphorsäuredüngung erniedrigt den Stickstoff-, Kalk- und Magnesiagehalt des Strohs, eine Stickstoffdüngung erhöht ihn. In den Körnern wird der Stickstoffgehalt durch Kali schwach, durch Phosphorsäure stärker herabgedrückt.

3. Die chemische Analyse von Weizenpflanzen eines Ackerstückes mit einer Düngung bietet keinen sicheren Hinweis für den Düngerzustand des Bodens.

4. Je günstiger ein Vegetationsjahr ist, desto mehr beherrscht der Stickstoff die Ausbildung der organischen Substanz, vor allem in den Körnern, damit die Gesamtaufnahme an Kalk, Magnesia, Kali und Phosphorsäure. In ungünstigen Vegetationsjahren beeinflusst mehr das Kali die Pflanzenproduktion. Die Phosphorsäure verhält sich ziemlich indifferent.

5. Eine einseitige Düngung von N oder K_2O oder P_2O_5 prägt sich vor allem im Stroh aus.

6. Die Witterungsverhältnisse der einzelnen Jahre üben auf die Aufnahme der Nährstoffe eine starke Wirkung aus, dass selbst die bei einseitiger Düngung gefundenen Prozentzahlen an Nährstoffen unbrauchbar für die Beurteilung des Düngerbedürfnisses eines Bodens sind.

7. Die Verhältniszahlen der Prozentgehalte der Nährstoffe können von der Witterung in den einzelnen Jahren stärker beeinflusst werden als von der Düngung.

8. Das Stickstoffbedürfnis des Lauchstedter Bodens lässt sich durch die Stickstoff-, Kalk- und Magnesiamengen in den Weizenpflanzen feststellen. Beträgt die Summe an N, CaO und MgO für 1 ha bei Körnern und Stroh mehr als 90 kg, oder bei

Körnern mehr als 60 kg, oder bei Stroh mehr als 30 kg, so war genügend Stickstoff im Boden vorhanden. (Seite 250.)

9. Ist nach Abzug der Summe der $N + CaO + MgO$-Prozente von den Kaliprozenten die Restzahl positiv, so reichte das Bodenkali für die Pflanzenproduktion aus, ist sie negativ, fehlte Kali. (Seite 256.)

10. Die Pflanzen von den Parzellen ohne Düngung und mit Volldüngung enthalten meist dieselben Prozentzahlen an N und P_2O_5. Nur der Gehalt an Kali beim Stroh liegt auf den Volldüngungsparzellen höher als auf den ungedüngten Parzellen. Ein Vergleich der Pflanzenanalysen von ungedüngten und Volldüngungsparzellen gibt keinen Aufschluss über das Nährstoffverhältnis eines Bodens.

11. Das Düngerbedürfnis eines Bodens lässt sich feststellen, wenn die Pflanzen von zwei einseitig gedüngten Parzellen untersucht werden, z. B. mit N- und $P_2O_5 + K_2O$-Düngung.

Liegt dabei das Verhältnis von $N : K_2O$ enger als 100 : 200, hat Kali gefehlt; liegt es weiter, war genügend Kali vorhanden.

Liegt das Verhältnis von $N : P_2O_5$ auf der Stickstoffparzelle weiter als 100 : 35, fehlte es an Phosphorsäure; liegt es enger, lag kein Phosphorsäuremangel vor.

Liegt das Verhältnis von $N : P_2O_5$ auf der Phosphorsäure-Kali-Parzelle enger als 100 : 60, hat es an Stickstoff gefehlt.

Liegt das Verhältnis von $SiO_2 : N$ weiter als 100 : 6, war ungenügend Stickstoff vorhanden; liegt es enger, reichte die Stickstoffmenge für die Weizenvegetation aus.

12. Wird die auf der Stickstoffparzelle gefundene N-Prozentzahl im Weizenstroh gleich 100 gesetzt, so ist genügend Stickstoff im Boden der $P_2O_5 + K_2O$-Parzelle vorhanden, wenn das Verhältnis der beiden Prozentzahlen enger als 100 : 60 ist.

Agrikultur-chemische Versuchsstation Halle.

Mitteilung der landw. Versuchsstation Rostock i. M.

Die schädlichen Wirkungen der Kali- und Natronsalze auf die Struktur des Bodens und ihre Ursachen.

Von

O. NOLTE.

(Mit einer Textabbildung.)

Die unter obigem Titel erschienene Abhandlung von G. HAGER[1]) veranlasst mich zu einer Entgegnung, um Unklarheiten, welche zwischen den beiderseitigen Auffassungen über die Wirkung der Salze auf den Boden bestehen, zu beseitigen.

G. HAGER spricht die Auffassung[2]) aus, dass meine Versuche, welche mich zur Aufstellung einer allgemeinen Theorie der Salzwirkung auf den Boden geführt haben, lediglich als Vorversuche aufzufassen seien. Dieser Auffassung möchte ich zunächst entschieden entgegentreten, weil sich meine Anschauungen, wie aus meiner Abhandlung[3]) hervorgeht, auf langjährige Versuche über die Salzwirkungen auf den Boden stützen; es sind Schlussfolgerungen aus meiner Arbeit über die Wirkung der Kali-Endlaugen und der Kalirohsalze auf den Boden gezogen[4]), Versuche, welche mich seit 1914 beschäftigen. Allenfalls könnte die Arbeit als vorläufige Mitteilung aufgefasst werden, welche

[1]) Journal für Landwirtschaft 1918, S. 241.
[2]) Ebenda S. 248.
[3]) Ebenda 1917, S. 1.
[4]) Landw. Jahrbücher 1918, Bd. 51, S. 563.

mir die Priorität der ausgesprochenen Ansichten sichern soll. Inzwischen habe ich eine grosse Reihe von Untersuchungen über die Wirkung der verschiedensten Salze auf den Boden angestellt, welche bisher die früher von mir entwickelten Ansichten weitgehend bestätigen.

Die Durchführung meiner Versuche erfolgt in prinzipiell anderer Weise wie die von G. Hager, woraus sich manche Unklarheit erklären lässt. Der Boden wird in eine etwa 6 cm im Durchmesser fassende Röhre aus Fiolaxglas geschlämmt, welche mit einer Asbestschicht und einem Abflussrohr mit einem Glashütchen versehen ist und nun zunächst vier Wochen lang der Einwirkung destillierten Wassers, welches aus einer innen paraffinierten Mariotteschen Fläche ständig zufliesst, ausgesetzt. Diese Einrichtung[1]) lässt das Wasser stets unter dem gleichen Drucke zufliessen und bedarf keiner besonderen Wartung. Durch das stetig durchfliessende Wasser wird der Boden innerhalb von vier Wochen gleichmässig dicht geschlämmt, so dass die Ergebnisse verschiedener Versuche nach dieser Zeit stets zu gleichen oder annähernd gleichen Durchflusszahlen führen, die für den von mir benutzten Boden etwa 120 ccm innerhalb eines Tages betragen. Die Menge der durchsickernden Flüssigkeit hängt z. T. von der Art des Asbestes[2]) und der Art des Einfüllens von Asbest und Boden ab. Nach vier Wochen Durchwaschens nimmt die Durchlässigkeit des Bodens für Wasser kaum noch ab, es erübrigt sich durch diese Anordnung die Einfügung eines nur mit Wasser laufenden Rohres. Lässt man jetzt die Salzlösung in gleicher Weise durchsickern, so erhält man für die verschiedenen geprüften Salze vergleichbare Werte. Das Salz wirkt nun, wie ich früher darlegte, als solches und durch seine Reaktion, also derart, dass z. B. ein alkalisch reagierendes Salz dicht schlämmt, einer sauer reagierendes Salz auf die Durchlässigkeit erhöhend wirkt. Beim neutralen Natriumchlorid tritt also zunächst eine geringe Zunahme der Durchlässigkeit ein, allmählich sinkt die Durchlässigkeit etwa wieder auf die für Wasser herab. Es findet hierbei, das ist wesentlich, kein Dichtschlämmen statt; dieses tritt erst dann ein, wenn die

---

[1]) Journal für Landwirtschaft 1917. S. 15.

[2]) So liess Asbest von Merck kaum Wasser hindurchtreten. am geeignetsten erwies sich Asbest für Goochtiegel von Kahlbaum.

Natriumchloridlösung durch Wasser ersetzt wird.[1]) Diese Beobachtung ist öfter gemacht worden,[2]) ohne dass eine genügende Erklärung für diese Erscheinung gegeben worden wäre. Ich habe dann zum ersten Male ausgesprochen, dass das Dichtschlämmen des Bodens während des Durchfliessens der Salzlösung deshalb nicht stattfindet, weil das in grosser Menge vorhandene Natriumchlorid zurückdrängend auf die hydrolytische Spaltung der durch Umsetzung mit den Kaliumverbindungen gebildeten alkalisch reagierenden Natronsalze wirke.[3]) Die alkalische Reaktion des gebildeten Natriumkarbonats, des Natriumphosphats und anderer Natronsalze schwacher Säuren kann erst dann in die Erscheinung treten, wenn die Konzentration des Natriumchlorids sinkt, was erst beim Auswaschen mit Wasser der Fall ist. Von einer Zurückdrängung der elektrolytischen Spaltung, wie G. Hager als von mir behauptet hinstellt,[4]) ist niemals die Rede, ich habe stets von der Zurückdrängung der Hydrolyse gesprochen.[5]) Auch die Zweifel, dass die hydrolytische Spaltung der gebildeten Alkalisalze schwacher Säuren durch Kochsalz nicht stattfände,[6]) kann man durch einen kleinen Versuch beheben; den Versuch, der die Zurückdrängung der Hydrolyse

---

[1]) Die nachstehende Abbildung gibt ein Bild so gewonnener Kurve:

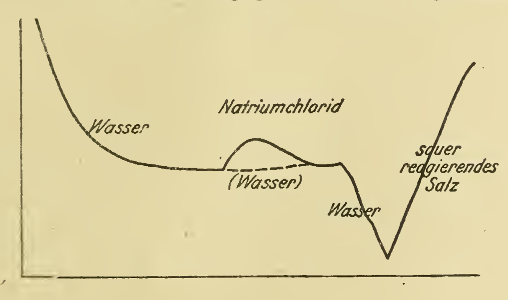


Abb. 15.

[2]) Z. B. D. J. Hissink, Intern. Mitt. f. Bodenkunde 1916, Bd. 6, S. 142. — L. G. den Berger, Bull. dép. agr. Ind. néerlandais 1910, Bd. 35, S. 8.

[3]) Journal für Landwirtschaft 1917, S. 18.

[4]) Ebenda 1918, S. 249.

[5]) Auch die elektrolytische Dissoziation starker Elektrolyte lässt sich durch Zusatz starker Elektrolyte, welche ein Ion gemein haben, zurückdrängen, z. B. fällt aus einer Lösung von Natrium- oder Bariumchlorid bei Zusatz von Salzsäure das feste Salz aus.

[6]) Journal für Landwirtschaft 1918, S. 249.

des Natriumphosphats zeigt, habe ich schon in der ersten Abhandlung erwähnt; aber auch die Zurückdrängung der Hydrolyse des Natriumkarbonats lässt sich an einem ähnlichen Versuch zeigen; setzt man zu einer mit Phenolphtalein gefärbten n/100 Natriumkarbonatlösung Natriumchlorid hinzu, so tritt sofort ein Abblassen der Farbe ein, bei weiterem Zusatz von Natriumchlorid blasst die Farbe weiter ab, um schliesslich völlig zu verschwinden. Wenn G. HAGER als Gegenbeweis einen anderen Versuch anführt, wo er Calciumkarbonatsuspension mit Natriumchlorid versetzt,[1]) so muss nicht, wie G. HAGER in Missdeutung meiner Ansicht erwartete, ein Abblassen der Farbe, sondern eine Verstärkung der Farbe stattfinden, weil ja an Stelle des Calciumhydroxydes stärker alkalisches Natriumhydroxyd tritt; das Ergebnis des von G. HAGER durchgeführten Versuches lässt dieses ja auch erkennen.[1]) Ausserdem kann sich in diesem Versuche die zurückdrängende Wirkung des Natriumchlorids nicht bemerkbar machen, weil das Calciumkarbonat als Bodenkörper, also im Überschuss anwesend ist. Der Versuch muss in der von mir gegebenen Ausführung angestellt werden. Somit ist die Ansicht von G. HAGER hinfällig.

Aus den früheren und den obigen Darlegungen folgt weiter, dass ich nie bestritten habe, dass auch die zeolithartigen Stoffe des Bodens sich auch am Umsatz beteiligen, es ist einfach gesagt, die Calciumverbindungen,[2]) zu denen auch die Calciumzeolithe, wie auch der Kalkhumus gehört. Als Formelbeispiele sind die Umsetzungsgleichungen von Calciumphosphat und Karbonat angeführt, ohne aber damit sagen zu wollen, dass dieses die einzigen stattfindenden Umsetzungen seien. Dass die Calciumphosphate angegriffen werden, folgt aus der Untersuchung der Sickerwässer, welche beim Auswaschen des Kochsalzes mehr als hundertmal soviel Phosphorsäure enthalten,[3]) als beim Durchfliessen der Natriumchloridlösung. Die Phosphate und Humate sind vorher durch die durchsickernden beträchtlichen Kalkmengen in ihrer Hydrolyse zurückgedrängt worden; wie ja auch aus den Untersuchungen der Presssäfte hervorgeht, verlaufen beide Kurven ja entgegengesetzt.[4])

---

[1]) Journal für Landwirtschaft 1918, S. 249.
[2]) Ebenda 1917, S. 18.
[3]) Ebenda S. 17.
[4]) Ebenda S. 15.

Was mich veranlasste, ganz besonders der Umsetzung des Calciumkarbonats meine Aufmerksamkeit zuzuwenden, ist die Tatsache, dass für die Struktur des Bodens der Gehalt desselben an dieser Verbindung bestimmend ist, ferner dass aus Sodaböden Natriumkarbonat auswittert, und ähnliche Tatsachen. Auch unser bester Kenner der Kalkdüngung, A. ORTH, spricht es aus, dass in erster Linie der kohlensaure Kalk ausgewaschen wird,[1]) und auch die Untersuchungen VAN BEMMELENS lassen dieses einwandfrei erkennen.[1]) Es kommt schliesslich hinzu, dass der von mir benutzte humose Sandboden, wie die Schlämmanalyse ergibt, fast frei ist von abschlämmbaren Teilchen, welche also in erster Linie für den Austausch der zeolithartigen Substanzen in Betracht kämen.

Auch der Vorwurf der einfachen Ausführung des Sickerversuches, also der Beibringung von ungenügend gesichertem Material lässt sich schon an der Hand der ersten Abhandlung zurückweisen, da ja dort schon zwei Versuche angeführt sind;[2]) in Wirklichkeit sind vier Versuche mit dem gleichen Ergebnis durchgeführt worden.

Der Versuch mit der 0.5 $^0/_0$igen Natriumchloridlösung unter Zusatz von 0.05 $^0/_0$ Natriumkarbonatlösung[3]) ist ohne den Gegenversuch mit reiner Natriumkarbonatlösung nicht stichhaltig, um gegen meine Ansicht zu sprechen. Es dürfte sich empfehlen, Sickerversuche mit Natriumchloridlösungen, welche mit steigenden Mengen Natriumkarbonat bezw. mit Natriumkarbonatlösungen mit wechselnder Natriumchloridmenge versetzt sind, zu vergleichen, es wird dann der Einfluss des Natriumkarbonat-Natriumchloridverhältnisses deutlich hervortreten.

Zum Schluss sei noch bemerkt, dass auch Magnesiumsalze,[4]) wegen der Stellung des Magnesiums im periodischen System, in der Nähe des Natriums ebenfalls Dichtschlämmen veranlassen müssen, allerdings nicht in dem Maſse wie die Salze der Alkalien. Ein von mir schon vor längerer Zeit durchgeführter Versuch hat diese, aus dem periodischen System abgeleitete Folgerung bestätigt.

---

[1]) A. ORTH, Kalk- und Mergeldüngung 1918, S. 56.
[2]) Journal für Landwirtschaft 1917, S. 19.
[3]) Ebenda 1918, S. 269.
[4]) Ebenda S. 283.

Der Ausdruck Alkalihydrat,[1]) welchen G. Hager für Natriumhydroxyd usw. gebraucht, ist durch den des Alkalihydroxydes zu ersetzen; ein Hydrat ist etwas ganz anderes.

Im übrigen verweise ich auf die demnächst in Druck gegebenen weiteren Untersuchungen über die Wirkung der Salze auf den Boden.[2]) Es dürfte sich empfehlen, was auch bisher von mir nicht beachtet worden ist, den Gehalt der Lösungen nicht nach Prozenten zu bemessen, sondern äquivalente Lösungen zu verwenden, weil ja die Umsetzung im Boden nach Äquivalenten verläuft und bei Durchführung des obigen Vorschlages die verlaufenden Umsetzungen besser miteinander verglichen werden können. Die Analyse der Sickerwässer ist möglichst weitgehend durchzuführen, ebenfalls die Messung der Ionenkonzentration. Von diesen Gesichtspunkten aus gedenke ich meine weiteren Untersuchungen durchzuführen; es wäre mit Freuden zu begrüssen, wenn auch anderenorts ähnliche Untersuchungen mit den verschiedensten Bodentypen angestellt werden würden; die benötigten Apparate sind ja, abgesehen von der elektrischen Messeinrichtung, verhältnismässig leicht zu beschaffen.

---

[1]) Journal für Landwirtschaft 1918, S. 241—286.

[2]) Die Abhandlung wird in den Landw. Versuchs-Stationen erscheinen.

Bemerkung zu der vorstehenden Arbeit O. Noltes.

Von

P. EHRENBERG-Göttingen.

Bei einem Punkte der vorstehenden Arbeit, zu der ich sonst augenblicklich Stellung zu nehmen keine Veranlassung habe, scheint mir eine kleine Ergänzung nützlich zu sein.

Wenn nämlich O. Nolte etwa ausführt, dass die Erscheinung der erst mit Auswaschung von Natriumchlorid vor sich gehenden Dichtschlämmung des Bodens eine genügende Erklärung nicht gefunden hätte, bis er zum ersten Male aussprach, es handelt sich dabei um eine Zurückdrängung der hydrolytischen Spaltung im Boden gebildeter, alkalisch reagierender Natronsalze, so übersieht er dabei, dass er einen Beweis für wirkliche Zurückdrängung hydrolytischer Spaltung in diesem Fall bislang gleichfalls nicht erbracht hat. Er gibt nur eine Hypothese zur Erklärung des Vorganges, aber einen Beweis auf experimenteller Grundlage ist er noch schuldig geblieben. Er hat auch nicht etwa aus der Literatur Feststellungen dafür angeführt, dass eine solche Zurückdrängung hydrolytischer Spaltung durch Kochsalz ein häufiger vorkommender, ausreichend bewiesener Fall, und daher auch für die vorliegende Frage anzunehmen sei.

Weiter übersieht Nolte heut, dass ich in meinen „Bodenkolloiden", 2. Aufl., Seite 350 eine andere Erklärung für die erst mit beginnender Auswaschung des Kochsalzes auftretende Dichtschlämmung des Bodens gegeben habe, der man den Vorzug nicht absprechen kann, dass sie sich auf exakte Arbeiten anderer Forscher stützt, und die auch Noltes Hypothese als unsicher erscheinen lassen muss. Ich führe hier wörtlich an:

… nder und P. Breull stellten nämlich in weiterer Klärung einer bereits von H. Müller und H. Schulz beobachteten Erscheinung folgendes fest: Kohlensäurelösungen reagieren bei Zusatz von Kochsalz deutlich stärker sauer. „Leiten wir Kohlensäure in eine Kochsalzlösung, so bilden sich zunächst gleichviel H- und HCO_3-Ionen, aber von den letzteren verschwindet ein Teil, um mit den Natriumionen des Kochsalzes undissoziierten Natriumbikarbonat zu bilden. Von den Wasserstoffionen verschwinden auch einige, indem sie mit den Cl-Ionen des Kochsalzes Chlorwasserstoff geben. Da aber die Dissoziation der Chlorwasserstoffsäure eine stärkere ist, als die des Natriumbikarbonats, so nimmt die Menge der Wasserstoffionen weniger ab, als die der Bikarbonationen, die Lösung wird also sauerer als bei Abwesenheit von Kochsalz.“ Greifbar deutlich ergibt sich dies noch aus einigen von G. Bodländer und P. Breull mitgeteilten Zahlen:

Die Konzentration der Wasserstoffionen, oder mit anderen Worten der Säuregrad, beträgt

bei Atmosphärendruck der Kohlensäure und Abwesenheit von Kochsalz $1.15 \cdot 10^{-4}$,

bei Atmosphärendruck der Kohlensäure und normaler Kochsalzlösung $1.4 \cdot 10^{-4}$.

Die Gegenwart von Kochsalz in normaler Lösung, wie es etwa auch in einem von Meerwasser überschwemmten Boden vorhanden sein dürfte, reicht also aus, um den Säuregrad um nahezu ein Viertel zu steigern. Dadurch muss natürlich eine sich sonst zeigende, alkalische Reaktion schwächeren Grades, wie sie aber durchaus schon genügen wird, um ungünstige Wirkungen im Erdboden zu verursachen, beseitigt werden.

Soweit seien meine aus dem Anfang des Jahres 1917 stammenden Feststellungen[1]) hier wiedergegeben. Sie führen noch weiter, und es seien für die Frage besondere Wissbegier zeigende Leser darauf verwiesen.

Schon die Tatsache, dass Kochsalzzusatz bei der doch der Hydrolyse nicht unterworfenen Kohlensäure die saure Reaktion verstärkt, zeigt uns wohl deutlich, dass der zur Rede stehende

---

[1]) Die Bearbeitung wurde Ende Frühjahr 1917 abgeschlossen, wenn auch das Buch infolge der mit dem Kriegszustande verbundenen Druckschwierigkeiten erst später zu erscheinen vermochte.

Vorgang in Anlehnung an Bodländer und Breulls Feststellungen durch die Ionentheorie zu erklären ist, wie ich dies ja auch am angegebenen Ort weiterhin durchgeführt habe.

Es ist leicht das Schicksal etwas umfangreicher Bücher, dass sie nur flüchtig durchblättert und mehr in Sonderfällen als Literaturverzeichnis verwendet werden.[1] So mag man es entschuldigen, wenn ich hier einen Hinweis auf meine Erklärungen zur Frage der Wirkung in der Auswaschung begriffenen Kochsalzes auf den Erdboden gebe.

Göttingen, Agrikulturchemisches Institut der Universität,
19. Juli 1919.

[1]) Vergl. z. B. Landwirtschaftliche Versuchs-Stationen, Bd. 93, S. 248, Anm. 5 (1919) und „Bodenkolloide", 2. Aufl., S. 218, Anm. 9 (1918), ebenso Journal für Landwirtschaft Bd. 65, S. 30, Anm. 4, sowie ebenda, S. 37, Anm. 3 (1917) und „Bodenkolloide", 1. Aufl., S. 334—336, die Anmerkungen, sowie ebenda S. 297—300, die Anmerkungen.



Entgegnung auf vorstehende Bemerkungen Ehrenbergs.

Von

O. NOLTE.

Im Gegensatz zu P. Ehrenberg muss ich auf dem Standpunkte beharren, dass die von mir gegebene Erklärung des Nichtdichtschlämmens eines Bodens während des Durchfliessens einer Natriumchloridlösung die frühere gewesen ist. Die in der betreffenden Abhandlung[1]) mitgeteilte Erklärung wurde von mir im Dezember 1916 gegeben und s. Z. mit P. Ehrenberg ausführlich diskutiert, welcher mir damals seine Freude über die von mir gegebene Erklärungsart ausdrückte. Im Januar 1917 lag mein Manuskript nochmals vor der Drucklegung P. Ehrenberg vor, ohne dass P. Ehrenberg auch nur ein Wort von seiner abweichenden Ansicht mir mitgeteilt hätte, obwohl sich eine öftere und weitläufige Diskussion an verschiedene Punkte der Arbeit anknüpfte. Sonach muss wohl jeder schliessen, dass zu jener Zeit die von P. Ehrenberg gegebene Erklärung noch nicht bestanden hat, infolgedessen konnte ich sie auch damals nicht diskutieren.

Was die von P. Ehrenberg geäusserte Ansicht selbst anbetrifft, dass nämlich das Kohlendioxyd ein Dichtschlämmen des Bodens verhindere, so möchte ich doch fragen, woher kommt bei meinem Versuch das Kohlendioxyd? Im Boden ist doch kaum noch etwas vorhanden, nachdem vier Wochen lang Wasser hindurch geflossen und die Natriumchloridlösung aus destilliertem Wasser bereitet worden ist. Es dürfte somit bei meinem Versuch eine Mitwirkung des Kohlendioxyds doch wohl ausgeschaltet

[1]) Journal für Landwirtschaft 1917, S. 1.

sein. Weiterhin handelt es sich schliesslich auch wohl weniger um das System CO_2-NaCl, als um das von $CaCO_3$, $CaSiO_3$, $Ca_3(PO_4)_2$-NaCl, in welchem die Calciumsalze in erheblichem Überschuss sind, gegenüber etwa vorhandenem Kohlendioxyd. Dass eine Lösung von Kohlendioxyd in Wasser bei Zusatz von Natriumchlorid stärker sauer reagiert, ist wohl aus der Eigenart des Systems CO_2-H_2O leicht erklärlich,[1]) selbst wenn keine quantitativen Versuche vorlägen, wie man sich durch einen Reagensglasversuch leicht überzeugen kann. Auch ein solcher Versuch ist bei richtiger Durchführung ein exakter Versuch![2])

Zweifellos spielt aber ein anderer Vorgang bei der Wirkung des Natriumchlorids auf den Boden eine wichtigere Rolle als etwa der von P. EHRENBERG angeführte, das ist das Gleichgewicht in System SiO_2-NaCl, in welchem zweifellos, auch wenn heute noch keine Messungen darüber vorliegen sollten, die Reaktion eine deutlich saure ist infolge der Umsetzung $SiO_2 + H_2O + 2\,NaCl \rightleftarrows Na_2SiO_3 + 2\,HCl$, wovon man sich ebenfalls durch einen Reagensglasversuch überzeugen kann. Quantitative Messungen, welche ich über das Gleichgewicht in diesem System schon seit einem Jahre durchzuführen beabsichtige, sind leider infolge Inanspruchnahme durch andere Arbeiten unterblieben; sie sollen aber in Kürze durchgeführt werden; es soll dabei die Spaltung des Diazoessigesters als Maſsstab für die auftretende Wasserstoffionenkonzentration dienen.

Was meine Ansicht über die Zurückdrängung der Hydrolyse betrifft, so ist sie keineswegs so hypothetischer Natur, wie es P. EHRENBERG darstellt. Zwar sind über das System selbst mir z. Z. keine Messungen bekannt, wohl aber gibt es Untersuchungen über einen ähnlichen Vorgang. Schon 1887 untersuchte S. ARRHENIUS[3]) und 1888 J. SPOHR[4]) den Einfluss von Neutralsalzen auf die Verseifungsgeschwindigkeit von Äthylacetat durch Natrium- bezw. Kaliumhydroxyd. Beide Forscher beobachteten übereinstimmend, dass der Zusatz von Natriumchlorid bezw. Kaliumchlorid verzögernd wirkte auf die Verseifung des Esters durch die entsprechenden Hydroxyde, und

[1]) Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft 1914, Bd. 47, S. 945.

[2]) In den Naturwissenschaften ist der Gegensatz zu exakt „beschreibend". Es erscheint zweckmässiger, zu unterscheiden „qualitativ" und „quantitativ".

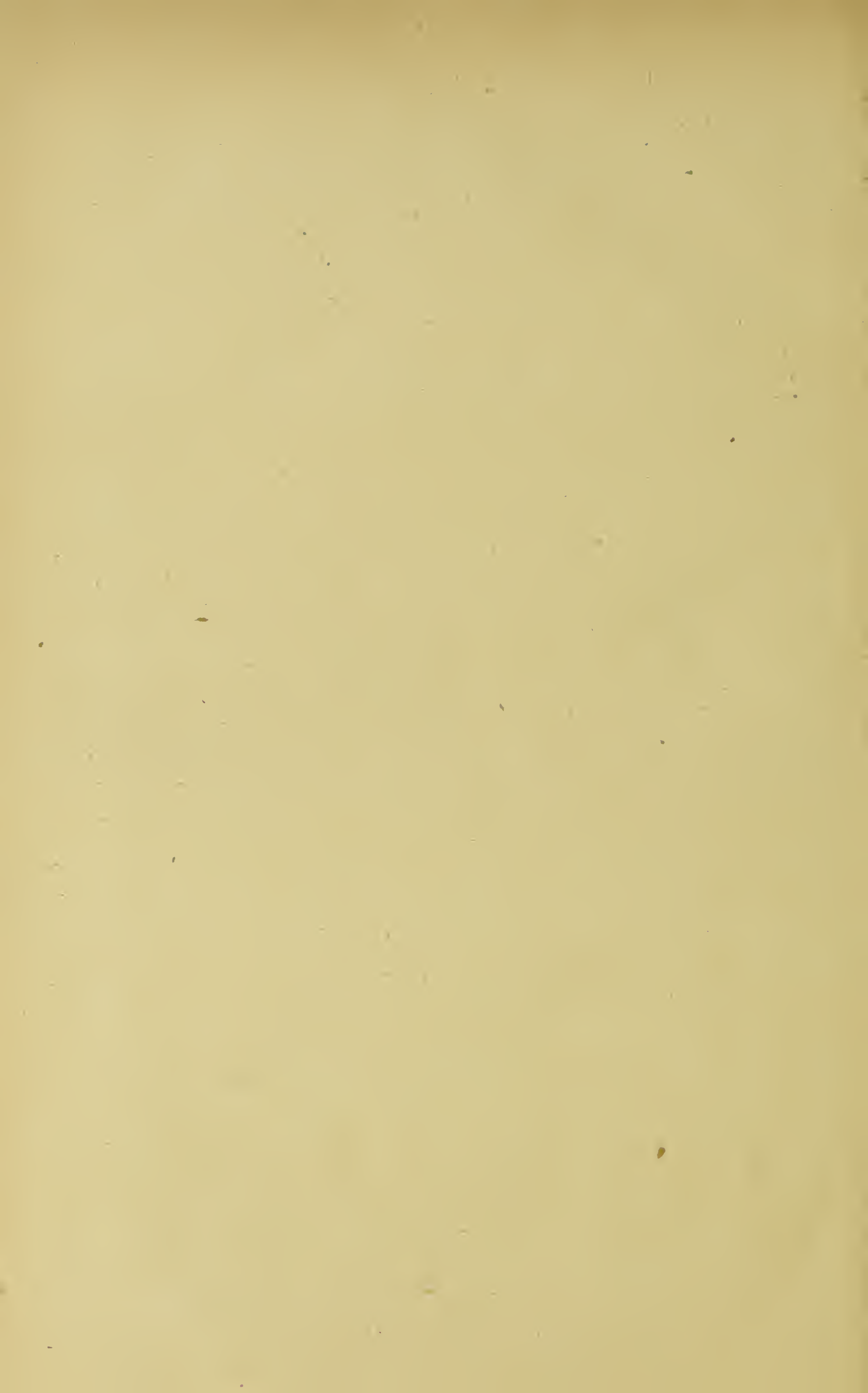
[3]) Zeitschrift für physikalische Chemie 1887, Bd. 1, S. 110.

[4]) Ebenda 1888, Bd. 2, S. 194.

zwar war bei den Versuchen die Wirkung der zugesetzten Salzmenge der Konzentration annähernd proportional. Als S. Arrhenius die spezifische Reaktionsgeschwindigkeit des Natriumhydroxyds aus der Konzentration der Base und des Esters nach der Formel $\frac{dC}{dt} = kCC_1$ bestimmte, fand er k bei einer 0.025 n-Natriumhydroxydlösung zu 6.52; bei Zusatz von n-Natriumchloridlösung war k 5.75, d. h. um 11.8 % gesunken. J. Spohr konnte feststellen, dass die Konstante k einer n/25-Kaliumhydrooxydlösung abnahm bei Zusatz von $^1/_2$ n-Chlorkaliumlösung um 9.2 %, bei Zusatz von n-Kaliumchloridlösung um 12.9 %, bei Zusatz von 2 n-Chlorkaliumlösung um 18.5 % und bei Zusatz von 4 n-Kaliumchloridlösung um 28 %. Bei einer n/50-Kaliumhydroxydlösung betrug die Abnahme bei Zusatz von 4 n-Kaliumchloridlösung sogar 35.2 %. Da die Verseifungsgeschwindigkeit in diesem Falle abhängig ist von der Hydroxylionenkonzentration, so zeigen also die angeführten Versuche, dass durch den Zusatz von Neutralsalzen eine Verringerung der Hydroxylionenkonzentration eingetreten ist. Da die alkalische Reaktion des Natriumkarbonats ebenfalls auf der elektrolytischen Dissoziation des Natriumhydroxyds beruht, so dürften wohl obige Messungen genügen, um meine Ansicht gefestigt erscheinen zu lassen.

Weiterhin sei erwähnt, dass bekanntlich der Hydrolysengrad von den Dissoziationskonstanten der Hydrolysenprodukte abhängig ist; wird nun durch Zusatz eines Neutralsalzes die Konzentration der Base herabgesetzt, was nach den Versuchen von S. Arrhenius bezw. J. Spohr zweifellos der Fall ist, so muss infolgedessen auch der Grad der hydrolytischen Spaltung sinken.

Es ist weiter zu bedenken, dass der für das Nichtdichtschlämmen in Betracht kommende Vorgang derart sein muss, dass bei Verringerung der Konzentration eine Verstärkung der hydrolytischen Spaltung stattfinden muss, was auch bei dem System Na_2CO_3-NaCl der Fall ist, denn eine mit Phenolphtalein versetzte Natriumkarbonatlösung blasst bei Zusatz von Natriumchlorid ab; die rote Farbe tritt aber deutlicher bei nachfolgender Verdünnung hervor, d. h. die Hydrolyse wird stärker, darum tritt beim Auswaschen der Natriumchloridlösung aus dem Boden die alkalische Reaktion auf, und das Dichtschlämmen findet statt.



Schlusswort auf vorstehende Entgegnung Noltes.

Von

PAUL EHRENBERG-Göttingen.

Als Schlusswort erwähne ich, um etwaige Missverständnisse zu beseitigen, nur noch folgendes:

1. Auf Herrn Kollegen Noltes ältere Abhandlung von 1917 bin ich im Gegensatz zu seiner wohl irrtümlichen Annahme überhaupt nicht eingegangen, dagegen beschäftigte ich mich aber mit seiner jetzt hier abgedruckten neuen Arbeit vom Jahre 1919. Irgendwelche Prioritätsansprüche zu erheben, lag mir um so mehr fern, als ich ja gar nicht die gleiche, sondern eine ganz andere Ansicht vertrete als Nolte. Zudem halte ich derartige Prioritätsstreitigkeiten in den weitaus meisten Fällen für herzlich überflüssig und dem Leserkreise gleichgültig. Die Zeitangaben in meiner kleinen Bemerkung erklären sich vielmehr dadurch, dass es mich überraschte, dass Nolte im Jahre 1919, also in seiner zweiten, hier abgedruckten Arbeit, nicht in der ersten von 1917, seine Theorie der Erscheinungen bei Auswaschung des Kochsalzes wiederholte, ohne der von mir in der zweiten Auflage meiner „Bodenkolloide" 1917 gegebenen und 1918 veröffentlichten, andersartigen Erklärung zu gedenken, wo er doch dies Buch nur etwa ein halbes Jahr vorher freundlichst besprochen hatte.

2. Erdboden vermag aus seinem Humus auch unter Wasser durch Bakterientätigkeit Kohlendioxyd zu entwickeln. Man denke an die von Hoppe-Seyler[1]) bereits 1886 behandelte Methan-Kohlendioxydgärung, bei der aus Zellstoff trotz Ab-

---

[1]) Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. 10 (1886).

schlusses der Luft jahrelang Gasentwicklung vor sich ging. Es ist fast überflüssig, noch der gleichfalls allgemein bekannten Arbeiten von OMELIANSKI über die Methan- und Wasserstoffgärung zu gedenken, die beide, wie von der Methangärung nach HOPPE-SEYLER bereits erwähnt, reichliche Mengen von Kohlendioxyd ergeben, während die Erreger im Erdboden weit verbreitet sind.[1])

3. Im übrigen wird es Zeit sein, erneut zu diesen Fragen Stellung zu nehmen, wenn die von NOLTE beabsichtigten Untersuchungen auch zur Durchführung und Bearbeitung gelangt sind.

---

[1]) Zentralblatt für Bakteriologie (2), Bd. 8 (1902), S. 201, 388.

Literaturbesprechungen.

Aus der Mittelwaldpraxis. Massenermittelung des Ober- und Unterholzes. Von Forstmeister KARL GLÜCK, Gutsleiter der Fideikommiss-Domäne Kadolz in Nieder-Österreich. Wien und Leipzig, 1918. Druck und Verlag von Carl Gerolds Sohn, Wien VIII, Hamerlingplatz 8/10. Preis geh. 1.86 Kr.

Die kleine Schrift gibt aus der Praxis des Verfassers heraus eine kurze Anleitung zur Massenermittelung in Mittelwaldbeständen, die auf dem Stock verkauft werden sollen. Diese Verkaufsart sollte auch im Privatbetrieb soweit wie möglich eingeschränkt werden. Denn ihr haftet bei der Unmöglichkeit, Masse und Güte des Holzes auf dem Stock auch nur annähernd zu bestimmen, immer etwas Unsolides an, auch ist beim Abtrieb durch den Käufer, der nur das Interesse hat, schnell und bequem für die eigenen Zwecke zu arbeiten, gewöhnlich der Wald der leidtragende Teil. Immerhin werden namentlich bei eigenem Arbeitermangel oder fachlichem Aufsichtspersonal so manche Besitzer noch heute zu einem derartigen Verkaufsverfahren gezwungen sein. Für diesen Fall gibt die vorliegende Schrift einfache und brauchbare Fingerzeige und Ratschläge und kann allen Mittelwaldbesitzern aus dem Grunde bestens empfohlen werden.

DENGLER.

Die Verwertung der Kohlrübe und verwandter Rübenarten als Streckungsmittel der menschlichen Nahrungsmittel. Von Prof. Dr. E. BAIER. Reichsverlag, Berlin-Zehlendorf-West. Preis 1 M.

Der Verfasser glaubt, dass auch in Zukunft, wenigstens in den nächsten Jahren, die Kohlrübe eine grosse volkswirtschaftliche Bedeutung als menschliches Nahrungsmittel hat und macht Vorschläge für ihre Verwendung. Diese zielen vor allen Dingen auf Entfernung der scharfen Geschmacksstoffe, ohne dass ein Verlust an Nährstoffen entsteht.

V. SEELHORST.

Ernte-Aussichten von 1919 bis 1923 und die Bedeutung klimatischer Perioden für Geschichte und Landwirtschaft. Ein Beitrag zur Geschichte des abgelaufenen Krieges. (Klimatische Vorgänge und unzulängliche wissenschaftliche Forschung

als Ursachen des militärischen Zusammenbruchs der Zentralmächte.) Von Gustav Strakosch-Grassmann. Wien 1919, Manzsche Verlags- und Universitätsbuchhandlung.

Der Verfasser will auf Grund seiner mit unendlichem Fleiss angestellten Forschungen festgestellt haben, dass klimatische Perioden bestehen und zwar, dass die klimatischen Verhältnisse einer Gegend sich alle 242 Jahre wiederholen. Wäre das richtig, so müsste eine Voraussage der Witterung, und da diese von grossem Einfluss auf die Ergebnisse der Ernten ist, auch auf diese dann möglich sein, wenn der Witterungsverlauf des vorangegangenen 242 sten Jahres bekannt ist.

Verfasser versucht den Nachweis, dass dies wenigstens im allgemeinen der Fall ist und macht dabei sehr starke Ausfälle auf die deutschen Meteorologen, die dies nicht erkannt und sich, als er mit seinen Ansichten hervorgetreten sei, diesen gegenüber ablehnend verhalten haben. Sie seien, wie überhaupt die deutschen Gelehrten, infolge ihrer mangelhaften Voraussicht und ihrer Überhebung an dem unglücklichen Ausgang des Krieges schuld. Er sagt: „Das Vertrauen zur wissenschaftlichen Führung durch Berlin wird zwar nach den Ereignissen des Weltkriegs verschwunden sein. Die Arbeitsleistung der Berliner Universitäts-Professoren der Geographie, Geschichte und Meteorologie und einiger anderer Fächer war ungenügend. Bei einer besseren Vorbildung hätte das ganze Unheil, das über das deutsche Volk und seine Verbündeten hereingebrochen ist, oder wenigstens ein Teil davon vermieden werden können. Ich habe bereits zu Ende Juni in einer Eingabe an das königl. preussische Kriegsministerium gesagt, dass das Verhalten eines Teils der deutschen Wissenschaft geeignet sei, über das deutsche Volk eine Katastrophe heraufzubeschwören, die schlimmer sei als jene von Jena und Auerstädt.“

Diese Äusserungen charakterisieren die Einseitigkeit des Verfassers. Sie sind um so nichtssagender, weil es ihm nicht gelungen ist, die Richtigkeit seiner Ansicht über die Periodizität der Witterungsverhältnisse auch nur einigermassen einwandfrei nachzuweisen.

v. Seelhorst.

Das landwirtschaftliche Unterrichtswesen und die Ausbildung des Landwirts. Von Prof. Dr. J. Hansen, Geh. Reg.-Rat, Direktor des landw. Instituts der Universität Königsberg i. Pr. Berlin, Verlag von Paul Parey. Preis 3 M. 50 Pf. (hierzu insgesamt 20 % Teuerungszuschlag).

Die schwere Not des Vaterlandes zwingt die Angehörigen aller Stände zur Anspannung aller Kräfte. Ganz besonders gilt dies für die Landwirte. Sie müssen aber auch befähigt sein, das Höchstmögliche zu erreichen. Dazu gehört die bestmögliche praktische und theoretische Durchbildung.

Die theoretische Durchbildung vermitteln die landw. niederen und höheren Schulen und die landw. Hochschulen resp. die landw. Institute der Universitäten. Hansen verlangt einen weiteren Ausbau dieser Anstalten, weil die bisherigen den jetzt an sie zu stellenden Anforderungen nicht genügen. Dann bespricht er den Gang der Ausbildung der verschiedenen Klassen der Landwirte.

Es ist dankbar zu begrüssen, dass Prof. HANSEN, der sich sowohl in der Praxis wie auch als Lehrer und Direktor der verschiedensten Unterrichtsanstalten mit Erfolg betätigt hat, seine Erfahrungen und Ansichten über das landw. Unterrichtswesen und über die Ausbildung des Landwirts in dem vorliegenden Buch niedergelegt hat.

v. SEELHORST.

Das neue Süsspressfutterverfahren in Silos mit selbsttätiger Pressvorrichtung. Eine wertvolle Ergänzung der Dürrheubereitung. Von Prof. Dr. H. v. WENCKSTERN, Generalsekretär der Landwirtschaftskammer für das Herzogtum Oldenburg. Mit 14 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey. Preis 3 M. (hierzu insgesamt 20 % Teuerungszuschlag).

Herr v. WENCKSTERN hat während eines 12 monatlichen Aufenthalts in der Schweiz das dort während des Krieges in über 2000 bäuerlichen Betrieben eingeführte Verfahren der Süsspressfutterbereitung genau kennen und als ein vorzügliches Mittel der Futterbeschaffung schätzen gelernt. Mit der vorliegenden Schrift will er dazu beitragen, das einfache und relativ billige Verfahren, das in den kleinsten Betrieben ebenso wie in den grössten mit Vorteil angewendet werden kann, bekannt zu machen.

Ich wünsche der klar und anregend geschriebenen Broschüre im Interesse der deutschen Land- und Volkswirtschaft die weiteste Verbreitung.

v. SEELHORST.

„Anleitung für den Gemüsebau unter besonderer Berücksichtigung des feldmässigen Anbaues". Herausgegeben vom Verbande deutscher Gemüsezüchter. Dritte, neu bearbeitete und bedeutend vermehrte Auflage. Preis 3 M. (und 25 Pf. Porto). Zu beziehen vom Verbande deutscher Gemüsezüchter, Berlin W. 9, Köthenerstr. 28. — Postscheckkonto Berlin 37420. (Bestellung erfolgt am einfachsten auf dem Abschnitt der Postanweisung oder Zahlkarte.)

Vor Ausbruch des Krieges wurden jährlich für 80—90 Millionen M. Gemüse aller Art in Deutschland eingeführt. Der Krieg hat die Einfuhr so gut wie ganz abgeschnitten und zugleich der deutschen Landwirtschaft gelehrt, dass der Gemüsebau allerdings unter den durch den Krieg gesteigerten Preisen sehr einträglich ist. Infolge dessen hat das Interesse an dem Gemüsebau von Jahr zu Jahr zugenommen und wird, weil die ausländische Konkurrenz durch den schlechten Stand unserer Valuta auf lange Zeit hinaus nicht zu befürchten ist, auch in Zukunft rege bleiben. Die neue, bedeutend vermehrte Auflage der angezeigten Schrift, an der eine grosse Zahl bekannter Gemüsebaufachmänner mit gearbeitet haben und welche in vortrefflicher Weise das Ganze des Gemüsebaues behandelt, wird deshalb den gemüsebauenden Landwirten sehr willkommen sein.

v. SEELHORST.

Die Nahrungsmittel aus Getreide. Ihre botanischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften, hygienisches Verhalten, Prüfen und Beurteilen. Handbuch für Studierende, Landwirte und den gesamten Getreidenahrung erzeugenden Gewerbestand. Bearbeitet von Dr. A. Maurizio, o. Professor an der technischen Hochschule in Lemberg. Zweiter Band: Brotnahrung, Brotarten, Volks- und Soldatenbrot, Zwieback, Brotersatz und Zusätze. Graupen und Griesse. Teigwaren. Breipflanzen, Aufguss und Suppen. Mais und Maiskost, Reis und Reiskost und ihre Gefahren. Mit 6 Textabbildungen und 1 Tafel. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1919. 213 S.

In überaus klarer und anschaulicher Darstellung behandelt der Verfasser im I. Abschnitt (S. 1—30) die Brotnahrung im allgemeinen und ihre Ausnutzung unter verschiedenen Verhältnissen. Der II. (Hauptabschnitt) (S. 31—117) beschäftigt sich mit den Brotarten, dem Volksbrot, dem Soldatenbrot und den Broten für besondere Zwecke unter eingehender Berücksichtigung der Vorschläge für die Verbesserung des Brotes im allgemeinen und für Heilzwecke, des Brotersatzes zum Strecken des Brotes, der Brotersatzmittel und ihres Nährwerts in Zeiten von Hungersnot. In den folgenden Abschnitten werden dann eine Reihe von anderen pflanzlichen Nahrungsmitteln behandelt. Im III. Abschnitt (S. 118—127) das Schälen des Korns und das Bereiten der Graupen und Griesse, im IV. (S. 128—151) die Teigwaren oder Nudeln unter besonderer Berücksichtigung der italienischen Nudelfabrikation, im V. Abschnitt (S. 152—158) die Breipflanzen und die Anfänge des Bodenbaus nebst Bemerkungen über den Aufguss und die Suppen. Der VI. und VII. Abschnitt (S. 159—196) behandeln den Mais sowie den Reis unter besonderer Berücksichtigung der durch die Maiskost verursachten Pellagrakrankheit und der durch die Reiskost bewirkten Beriberikrankheit. Der Verfasser bespricht ausführlich die Ursachen dieser Krankheiten und die Massnahmen zu ihrer Bekämpfung, die in besonders energischer Weise von der italienischen Regierung getroffen sind. Er berücksichtigt dabei auch die Malaria, die besonders in den Gegenden mit Reisbau verbreitet ist. Nachträge und Ergänzungen zum I. und dem vorliegenden II. Band beschliessen das Buch.

Der Verfasser gibt, gestützt auf eine umfangreiche Literatur, eine, soweit ich es übersehen kann, erschöpfende Darstellung des behandelten Stoffes, für welche ihm die auf dem Titelblatt genannten Kreise zu grossem Dank verpflichtet sein können. Man erhält durch das Buch Antwort auf eine Reihe von Fragen, die man sonst, wenn überhaupt, nur mit grosser Mühe bekommen kann.

v. Seelhorst.

Bericht der Versuchsstation für Zuckerindustrie in Prag für das Jahr 1918. XXIII. Prag, Verlag des Vereins der Zuckerindustrie in Böhmen, 1919.

Der Jahresbericht enthält eine Reihe von Arbeiten aus dem Gebiete des Rübenbaues und der Zuckerfabrikation.

v. Seelhorst.

Gerstensorten und Düngung. Von Dr. J. Ahr und Dr. Chr. Mayr, Weihenstephan. Freising, Druck von Dr. F. P. Datterer & Cie., 1919. 123 S.

Die Verfasser haben es sich zur Aufgabe gesetzt, mit 6 Zuchten von Landgersten vergleichende Versuche über deren Abänderungsfähigkeit durch verschiedene Düngungsart unter sonst gleichbleibenden Wachstumsverhältnissen, m. a. W. über den Einfluss der Gerstensorte gegenüber jenem der Düngung auf Entwicklung, Ertrag und Güte der Körner zu machen und geben das Resultat ihrer Untersuchungen in der genannten umfangreichen und sorgfältigen Arbeit wieder. Zusammenfassend sagen sie in den Schlusssätzen: „Örtliche Lage und Jahrgang bestimmen in erster Linie die Korngüte der Braugerste. Qualitätseigenschaften der Sorte lassen sich durch die Düngung in sehr erheblichem Maße beeinflussen. Doch kann man sich den durch den Boden und durch die Wirtschaftsweise des Betriebs gegebenen Ernährungszuständen und der örtlichen Lage auch durch Auswahl einer für diese Verhältnisse besonders geeigneten Gerstensorte anpassen.“ In welcher Weise dies geschehen kann, möge man in der Arbeit nachlesen.

v. Seelhorst.

Archiv für innere Kolonisation, Heft 10/11, Juli/August, 1918/1919, begründet 1908 von Prof. H. Sohnrey. Unter Mitwirkung erster Fachmänner herausgegeben im Auftrage der Gesellschaft zur Förderung der inneren Kolonisation und des deutschen Vereins für ländliche Wohlfahrts- und Heimatspflege von Dr. E. Krug und Prof. Dr. h. c. H. Sohnrey. Monatlich ein Heft. Preis des Einzelheftes 1.50 M., Preis des Jahrganges 12 M.

Die Namen der Herausgeber und der Gesellschaften, in deren Auftrage die Herausgabe des Archivs erfolgt, bürgen für die Gediegenheit des Inhaltes des Archivs, das sich zur Aufgabe gesetzt hat, alle mit der inneren Kolonisation in Beziehung stehenden Fragen streng sachlich zu behandeln und somit dem Leser ein sicherer und treuer Berater zu sein.

Das vorliegende Heft enthält folgende Aufsätze:

Die Finanzierung des landwirtschaftlichen Siedlungswerkes in Preussen unter Mitwirkung der Landschaften. Von Dr. Hermann Mauer.

Verpflanzung erwerbsloser Städter aufs Land mit staatlicher Hilfe. Von Regierungsrat Dr. Ponfik.

Fragen zum Reichssiedlungsgesetz. Von H. Borchert-Camenz, Reg.-Rat a. D.

Grundbesitzverteilung und Grundbesitzwechsel im Landkreise Memel.

Rundschau.

Pressestimmen zur inneren Kolonisation.

Bibliographie der inneren Kolonisation für das Jahr 1918. Zusammengestellt von Anton Brosch-Berlin.

Bücher und Zeitschriften.

v. Seelhorst.

Die Entwicklung der deutschen Zuckerindustrie, die bevorstehende Gefahr des Zusammenbruchs dieser Industrie, dessen Ursache und Verhütung. Von Albert Müller. Nachdruck verboten. Gedruckt bei Heinz Lafaire, Hannover. Preis 1.50 M.

Der Verfasser dieser gegen die Landwirtschaft, besonders gegen den Grossgrundbesitz gerichteten Tendenzschrift beklagt den grossen Rückgang des Rübenbaues und erblickt darin einen grossen volkswirtschaftlichen Übelstand. Er führt diesen Rückgang lediglich auf den Materialismus der Landwirte zurück. Abzuhelfen wäre diesem Übelstand nach der Ansicht des Verfassers nur in der Weise, dass der Staat oder die Kreise die Zuckerfabriken übernehmen und zwangsweise das in der Nähe der Fabriken gelegene Land zu den vor dem Kriege gezahlten Preisen pachten. Letzteres um wieder gesunde Preisverhältnisse in der Landwirtschaft herbeizuführen und so dem Bodenwucher entgegenzuarbeiten. Der Verfasser empfiehlt überhaupt die Grosswirtschaft und zwar mit folgenden Worten: „Unser Heil und unsere Gesundung liegt in einer staatlichen oder kommunalen Grosslandwirtschaft, dabei Gartenland in mässigem Umfange zu billigem Preise für jede Haushaltung.“ Abgesehen von der Schwierigkeit, ja Unmöglichkeit der Durchführung dieses Planes ist gegen ihn anzuführen, dass der Bauernstand, auf dem in letzter Linie die Sicherheit des Staates beruht, dadurch vernichtet würde. Der Verfasser berücksichtigt dies nicht und zeigt damit die Tendenz seiner Schrift auf das deutlichste.

v. Seelhorst.

Archiv der Landarbeiterfrage. 1. Heft der Sonderreihe des Jahrbuchs für Wohlfahrtsarbeit auf dem Lande. Preis des Einzelheftes 2.20 M., der Sonderreihe 6 M. Verlag Deutsche Landbuchhandlung G. m. b. H., Berlin SW. 11, Dessauer Strasse 7.

Als Sammelwerk auf dem gesamten Gebiete der Landarbeiterfrage ist ein neues „Archiv der Landarbeiterfrage“ gegründet worden. Das Archiv erscheint als Sonderreihe des von Professor Heinrich Sohnrey herausgegebenen „Jahrbuches für Wohlfahrtsarbeit auf dem Lande“. Die Schriftleitung liegt in den Händen von Dr. phil. et iur. W. Asmis. Der Jahresbezugspreis für das in zwanglosen Heften in einem Umfange von etwa 10 Bogen erscheinende Archiv beträgt 6 M.; der für das ganze Jahrbuch 30 M. Das soeben erschienene erste Heft des Archivs enthält Aufsätze über die Lohnformen und die Lohnhöhe unter besonderer Berücksichtigung der Naturallöhne in der Landwirtschaft, sowie eine umfassende Darstellung der seit der Revolution auf dem Gebiete der Landarbeiterfrage getroffenen Verwaltungsmassnahmen unter Aufnahme des vollen Wortlautes der wichtigen Bestimmungen.

Druck von Fr. Stollberg, Merseburg.

Siebenundsechzigster Band. Heft IV.

Journal für Landwirtschaft.

Im Auftrage der Landwirtschaftskammer für die Provinz Hannover

herausgegeben unter Beteiligung der landwirtschaftlichen

Institute, Laboratorien und Versuchsanstalten deutscher Hochschulen.



Unter Mitwirkung von

Dr. J. Esser,
Geh. Med.-Rat, Professor,
Direktor des
Tierarznei-Instituts

Dr. P. Ehrenberg,
Professor,
Direktor des agrikultur-
chemischen Instituts

Dr. W. Fleischmann,
Geh. Reg.-Rat, Professor,
Direktor des Laboratoriums für Chemie
und Bakteriologie der Milch

Dr. H. Henseler,
Professor,
Leiter der Abteilung für
Tierzucht

Dr. A. Koch,
Professor,
Direktor des landwirtschaftlich-
bakteriologischen Instituts

Dr. F. Lehmann,
Geh. Reg.-Rat, Professor,
Direktor der landwirtschaftlichen
Versuchsstation

herausgegeben von

Dr. C. von Seelhorst,
Geh. Regierungsrat, Professor,
Direktor des landw. Instituts und des landw. Versuchsfeldes
zu Göttingen.

Mit einer Textabbildung.

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW. 11, Hedemannstraße 10 u. 11
1919.

Vier Hefte bilden einen Band. Abonnementspreis 14 M.

Ausgegeben im Februar 1920.

Inhalt.

Beiträge für das **Journal für Landwirtschaft** honoriert die Verlagsbuchhandlung mit 30 Mark für den Druckbogen, und zwar kommen die Beträge jedesmal beim Erscheinen des betreffenden Heftes zur Auszahlung.

Von jedem Artikel werden 25 Sonderabdrücke unberechnet geliefert. Die Verantwortung für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstrasse 10 u. 11.

Druck von Fr. Stollberg, Merseburg.





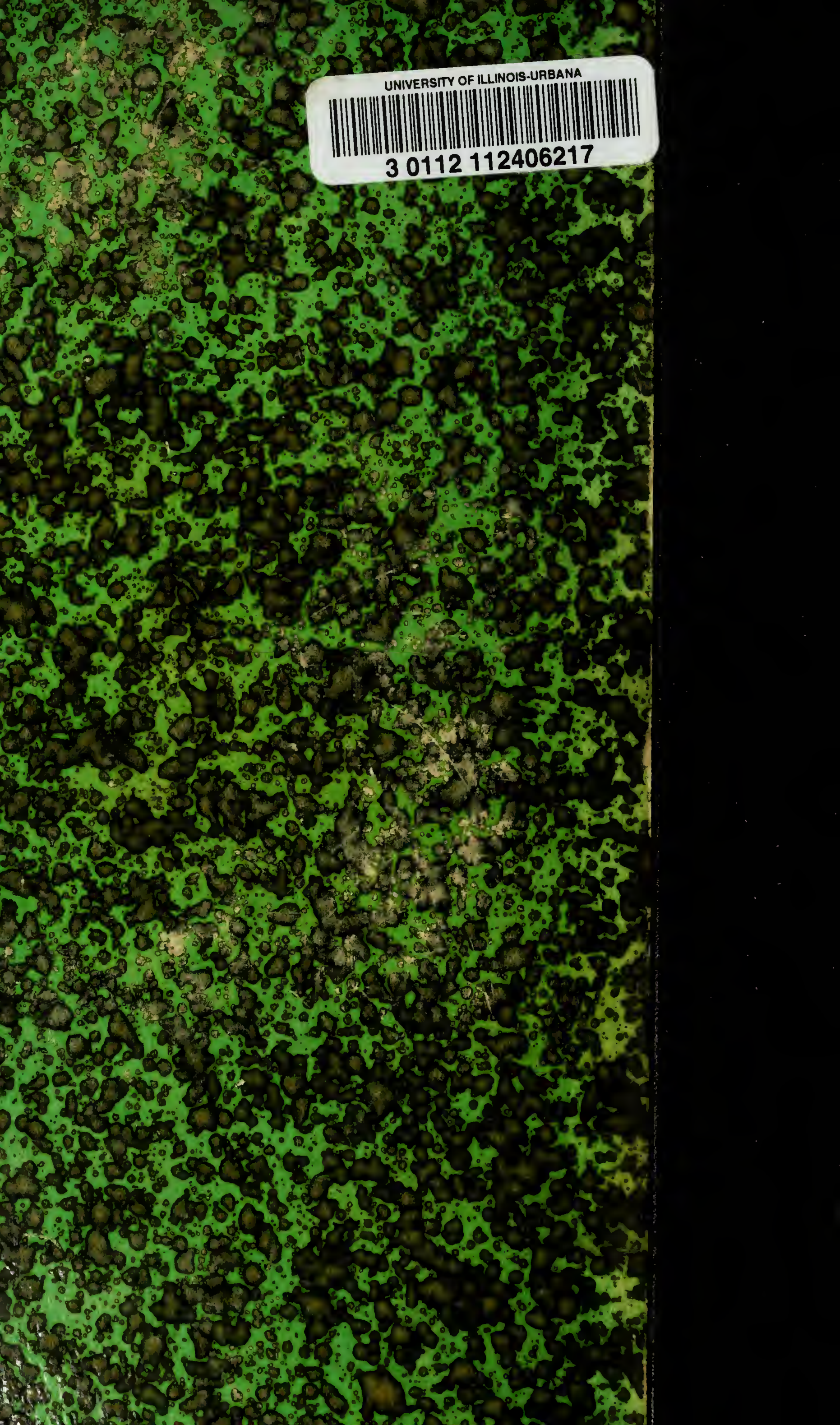




hinreichen = to suffice; -end = sufficient
gleichgewicht = equilibrium
bestreben = to endeavor
Schwerkraft = force of gravity
auffallend = striking, remarkable
lebhaft = lively
regelmässig = regular
träufen = to drop
gegenseitig = mutual, common, reciprocal
anziehen = attract
geraten = to fall, light, come, get
bewirken = to effect, cause, work
seitens = on behalf, on the part of
Anprall = impact
aufrecht = upright, erect
Abstand = distance, interval
erzeugen = to produce, yield
hervorheben = emphasize






UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 112406217